رسالہ متعلق انجینیرنگ کالج مدراس

ماقوائیات

مصنفۂ

کرنل - ایچ - ڈی - لو

سابق پرنسپل انجینیرنگ کالج مدراس اور اعزازی رکن مدراس یونیورسٹی

مترجمہ

مولوی محمد نعمت اللہ صاحب - بی - ایس سی (آنرز)

بعد نظر ثانی از

مولوی محمد رضا اللہ صاحب، بی - اے - سی - ای

سنہ ۱۳۵۳ھ م سنہ ۱۳۴۳ف م سنہ ۱۹۳۴ء

یہ کتاب حکومت مدراس کی اجازت سے
اردو میں ترجمہ کرکے طبع و شایع
کی گئی ہے۔

فہرستِ مضامین

ماقوائیات

باب اول

ماسکونیات

باب دوم

ماقوائیات کے ابتدائی اصول۔

چھوٹے منفذوں میں سے اخراج

باب سوم

باب چہارم

سوراخوں اور کٹھنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

باب پنجم

متغیر ارتفاع کے تحت اخراج

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

باب ہشتم

دریاؤں میں پانی کا بہاؤ

استعمال شدہ اکائیاں اور علامات

اکائیاں ۔ اس کتاب میں ہر جگہ ا پونڈ، ا فٹ اور ا سکنڈ کو علی الترتیب وزن، طول اور وقت کی اکائیاں مانا گیا ہے۔ جہاں اس کے خلاف عمل ہوا ہے وہاں بوضاحت تشریح کر دی گئی ہے۔

علامات ۔ استعمال شدہ ضروری علامات کی فہرست ذیل میں درج کی گئی ہے ۔ ان ضوابط میں جو زیادہ اہم ہیں ان کو جلی حروف میں لکھا گیا ہے جیسا کہ ذیل میں درج ہے و۔

ف = کسی آڑی تراش کا رقبہ مربع فٹوں میں ۔

س = اخراج کی قدر ۔

ع یا نَ = پانی کا عمق فٹوں میں، یا نل کا قطر فٹوں میں، یا بارش انچوں میں ۔

ج = جاذبہ کا اسراع، جو فی ثانیہ ۳۲ فٹ لیا گیا ہے ۔

اَ = اعظم ارتفاعِ آب فٹوں میں ۔

ا = ارتفاعِ آب فٹوں میں ۔

اَر = ارتفاع فٹوں میں جو رفتارِ تقارب پیدا کرنے کے لیے درکار ہو۔

ل، لَ = کسی کٹھنہ، چادر، نل، وغیرہ کا طول فٹوں میں ۔

م = فراہمی مجرے کا رقبہ مربع میلوں میں ۔

مہ = سیالی رگڑ کی قدر ۔

ت = ڈھالوں کے قاعدے اور ارتفاع کا تناسب

د = کسی نقطہ پر دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

ہ = کرۂ ہوائی کا دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

خ = اخراج کا حجم مکعب فٹوں میں فی مربع فٹ

ن = ماقوائی اوسط گہرائی فٹوں میں ۔

س = سطحِ آب کا رقبہ مربع فٹوں میں ۔

ڈ = ڈھال کی جیب ۔

وَ = وقت ثانیوں میں ۔

ر = رفتار فٹوں میں فی ثانیہ ۔

و = کسی مکعب فٹ پانی کا وزن پونڈوں میں = ½ ۶۲ فٹ ۔

ک = اُبھار فٹوں میں ۔

ظ = سطحِ آب کی بلندی فٹوں میں معطیٰ کے اوپر ۔

بسم اللہ الرحمن الرحیم

ماقوائیات

باب اول
ماسکونیات یا علمِ سکونِ سیالات

فہرست مضامین

ا۔ ماقوائیات، ماسکونیات کی وہ شاخ ہے جس میں عملی طور پر اُن سیالوں کے بہاؤ سے بحث ہوتی ہے جو منفذوں سے نکلتے ہوں یا نلوں اور نالوں سے بہتے ہوں۔

پلیٹ ۱

ماسیکانیات کی دو شاخوں یعنی ماسکونیات اور ماحرکیات میں سے پہلی میں ساکن سیّالوں کے تعادل اور دوسری میں ان کی حرکت کا نظریہ ریاضی بیان ہوتا ہے ۔ سیّال یا تو مائع ہوتے ہیں یا گیسیں ۔ اور ان اقسام میں سب سے بڑا فرق یہ ہے کہ سیال تو عملی طور پر بالکل لچک ناپذیر ہوتے ہیں لیکن گیسیں ایک غیر متناہی حد تک لچک پذیر ہیں ۔ اس کتاب میں ہمیں گیسی سیالوں سے کوئی سروکار نہ ہوگا ۔ سوائے اس کے کہ کہیں اتفاق سے ذکر آجائے ۔ اور مائع میں صرف پانی کے متعلق بحث کی جائیگی ۔ ماقوائیات کے بیان کو شروع کرنے سے پہلے یہ مناسب ہوگا کہ ماسکونیات کے کلیات کے متعلق کچھ ابتدائی باتیں ذہن نشین ہوجائیں ۔

۲ ۔ ماسکونیات ۔۔۔ پانی ۔۔۔ پانی تقریباً بالکل لچک ناپذیر مائع ہے ۔ اور اس کا وزن فی مکعب فٹ تقریباً ۱۰۰۰ اونس یا ½ ۶۲ پونڈ ہوتا ہے ۔ ایک گیلن پانی کا وزن ۱۰ پونڈ ہوتا ہے ۔ پانی °۳۲ فارنہیٹ پر جم کر برف کی شکل میں ٹھوس بن جاتا ہے ۔ اور °۲۱۲ فارنہیٹ پر بھاپ بن کر گیس بن جاتا ہے ۔ ان تپشوں کو علی الترتیب[۱] پانی کے نقاطِ انجماد و جوش کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے ۔

۳ ۔ ماسکونی کلیّے ۔۔۔ ماسکونیات کے اہم کلیّے حسبِ ذیل ہیں :۔

کلیّۂ اول ۔ پانی کا دباؤ کسی مستوی سطح پر پانی کے اُس اُستوانے کے وزن کے برابر ہوتا ہے جس کا قاعدہ سطح کا رقبہ ہو اور جس کا ارتفاع سطح کے مرکزِ جاذبہ کا عمق سطحِ آب سے نیچے ہو ۔

کلیّۂ دوم ۔ کسی سطح پر دباؤ کی سمتِ عمل اُس سطح پر عمود ہوتی ہے ۔

ل تپشِ جوش سطحِ سمندر پر اور معمولی کرۂ ہوائی کے دباؤ میں °۲۱۲ پر ہے ۔ اگر ہم کسی پہاڑ پر جس کی بلندی ا فٹ ہو چڑھ جائیں تو ہوائی دباؤ گھٹ جاتا ہے اور حقیقی نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لیے °۲۱۲ (تپشِ جوش) میں سے ت درجے کم کرنے کے لیے جو تعداد چاہیے وہ ضابطہ ا = ۵۲۰ ت + ت² سے حاصل ہوتی ہے ۔

پلیٹ ۱

کُلیّۂ سوم ۔ پانی کے دباؤ کا حاصل کسی جسم پر جو پانی میں پورا یا تھوڑا ڈوبا ہوا ہو انتصابی سمت میں اوپر کی طرف کو ہوتا ہے اور اس جسم کے ہٹائے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر جسم تیر رہا ہے تو ظاہر ہے کہ اُس کے ہٹائے ہوئے پانی کا وزن خود جسم کے وزن کے مساوی ہوگا۔

۴۔ کسی نقطہ پر دباؤ ـــــ کسی نقطہ پر دباؤ، اکائی رقبہ پر کا دباؤ ہوتا ہے۔ اگر اکائی ۱ مربع فٹ ہے اور نقطہ کا عمق ر فٹ ہے تو اس نقطہ پر دباؤ، در وہ دباؤ ہوتا ہے جو ایک مربع فٹ کے رقبہ پر جس کا عمق ر فٹ ہو عمل کرتا ہے۔ یعنی کُلیّہ اول سے (در = ۱ مربع فٹ × ر) مکعب فٹ × ۱/۲ ۶۲ پونڈ۔ یا اگر ایک مکعب فٹ پانی کے وزن کو ہم و سے ظاہر کریں تو

در = و ر .... (۱)

کسی مائع میں دو ایسے نقاط پر کے دباؤ جو ایک لیول پر ہوں ظاہر ہے کہ مساوی ہونگے۔

۵۔ کسی سطح پر دباؤ ـــــ مذکورۂ بالا نتیجہ کو کُلیّۂ دوم کے ساتھ شامل کرنے سے ایک ایسا طریقہ حاصل ہو جاتا ہے جس سے کسی سطح مستوی پر کے دباؤ کو ترسیماً دکھا سکتے ہیں۔ پہلے کسی انتصابی سطح کو لو مثلاً کسی توم کا تختہ یا پن تالا دیوار اور اس سطح کا ایک لا انتہا چھوٹا اُفقی طول خیال کرو جس کو درحقیقت ایک خط ا ب سے ظاہر کیا جا سکتا ہے (دیکھو شکل ۱)۔ ب ب۱ کو ا ب کے مساوی اور عمود بناؤ۔ تب ب ب۱ = ر = در/و جہاں در سے مراد ب پر کا دباؤ ہے۔ ا ب۱ کو ملاؤ۔ اور لا عمق پر کوئی نقطہ ق لے لو۔ اور ا ب پر ق ق۱ عمود کھینچو۔ متشابہ مثلثوں سے ق ق۱ = لا = دلا/و۔ پس معلوم ہوا کہ ا ب کے ہر نقطہ کے دباؤ سمت و مقدار میں مثلث ا ب ب۱ کے اُفقی معیّنوں سے ظاہر کیے جا سکتے ہیں۔ اگر ا ب پر مجموعی دباؤ د ہو یعنی س لا دلا تو ہمیں معلوم ہے کہ د/و = مثلثی پرت ا ب ب۱ کے رقبہ کے

پلیٹ ۱

$= \frac{اب \times ب ب_۱}{۲} = \frac{و^۲}{۲}$ ∴ $د = \frac{و \times و^۲}{۲}$ ۔تمام دباؤں کے حاصل کو مثلث کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنا چاہیے۔اور اس لیے وہ، خط اب کو ایک ایسے نقطہ ج پر قطع کرتا ہے کہ اج $= \frac{۲}{۳}$ ا کے ہو۔

اگر سطح کا محل ق ب ہے تو مجموعی دباؤ و × (رقبہ شکل منحرف نما ق ب ب$_۱$ ق$_۱$)۔ اور دباؤ کا مرکز وہ نقطہ ہوگا جس پر شکلِ مذکور (ق ب ب$_۱$ ق$_۱$) کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنے والا اُفقی خط ق ب کو قطع کرے۔

اگر سطح مائل ہے تو خط اب بھی مائل ہوتا ہے ایسی صورت میں ب ب$_۱$ (= ا) اب پر عمود بناؤ (دیکھو شکل ۲)۔

$د = و \times$ (رقبہ ا ب ب$_۱$) $= و \times \frac{اب \times ا}{۲}$ اور اج $= \frac{۲}{۳}$ اب۔

اب پھر انتصابی سطح کی طرف آؤ۔ فرض کرو کہ اس کا ایک خاص طول ل ہے (دیکھو شکل ۳)۔مثلث ا ب ب$_۱$ ایک مثلثی خانے کی شکل اختیار کر لیتا ہے جس کا طول ل ہے۔ اور

$د = و \times$ (خانہ کا حجم) $= و ل \times$ (مثلث کا رقبہ) $= و ل \times \frac{ا^۲}{۲}$

حاصل دباؤ د اُفقی حالت میں خانے کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرتا ہُوا عمل کرتا ہے اور دباؤ کا مرکز ج گہرائی $\frac{۲}{۳}$ ا پر واقع ہے۔

مجموعی یعنی حاصل دباؤ کی قیمت کلیہ اول سے بآسانی حاصل کی جا سکتی ہے۔ مثلاً گزشتہ مثال میں سطح کا رقبہ = ا ل اور اس کے مرکزِ جاذبہ کی گہرائی $= \frac{ا}{۲}$، ∴ $د = و ا ل \frac{ا}{۲}$ ترسیمی طریقہ کا فائدہ یہ ہے کہ وہ دباؤ کی تقسیم کے طریقے، اور دباؤ کے مرکز کے محل دونوں کو ظاہر کر دیتا ہے۔

انتصابی غرقاب کی حالت میں مثلثی، چار ضلعی اور مستدیر سطوح پر جو دباؤ کی تقسیم ہوتی ہے وہ اشکال ۴، ۵، ۶ اور ۷ میں دکھائی گئی ہے۔

پلیٹ

مثال (۱) ۔ ایک مُستطیلی آبگیرہ کے پھاٹک کی اونچائی ½۸ فٹ اور چوڑائی ۴ فٹ ہے ۔ مجموعی دباؤ معلوم کرو جب کہ اس کے ایک طرف رُکے ہوئے پانی کا عمق تختہ کی سل پر (و) ۶ فٹ (ب) ۸ فٹ ہو ۔ اور دوسری طرف سے پانی کا کوئی دباؤ نہ ہو ۔

چونکہ سطح انتصابی ہے، د = ول $\frac{ع^۲}{۲}$ پس

$$(و)\ د = \frac{۱۲۵}{۲} \times ۴ \times \frac{۳۶}{۲} = ۴۵۰۰ \text{ پونڈ}$$

$$(ب)\ د = \frac{۱۲۵}{۲} \times ۴ \times \frac{۶۴}{۲} = ۸۰۰۰ \text{ پونڈ}$$

مثال (۲)۔ ایک پن تالے کے کواڑوں کی جوڑی اندر کی طرف ۱۲ فٹ اور باہر کی طرف ۳ فٹ پانی کے عمق کو روکے ہوئے ہے ۔ ہر دروازے کی لمبائی ۵ فٹ ہے ۔ اور ہر دروازے کا نچلا قبضہ سِل کے لیول پر ہے اور اوپر والا قبضہ سِل سے ۱۲ فٹ اُوپر ہے ۔ اُفقی دباؤ معلوم کرو جو ہر اوپر والے قبضہ کو برداشت کرنا پڑتا ہے ۔ (دیکھو شکل ۸)۔

کواڑ کے طول کے ایک فٹ کو لو اور فرض کرو کہ اس کے اُوپر والے قبضہ پر س پونڈ دباؤ پڑ رہا ہے ۔ پانی کے حاصل دباؤ $د_۱$ اور $د_۲$ علی الترتیب کواڑوں کے اندر اور باہر کے قبضوں کے ردِ عمل کے ساتھ متوازن ہیں اور یہ دباؤ اگر کواڑوں کے وزن کو نظر انداز کر دیا جائے تو اُفقی سمت میں ہیں ۔

$$د_۱ = \frac{۱۲۵}{۲} \times \frac{(۱۲)^۲}{۲} \text{ پونڈ}$$

$$د_۲ = \frac{۱۲۵}{۲} \times \frac{(۳)^۲}{۲} \text{ پونڈ}$$

نچلے قبضہ کے گرد معیارِ اثر لینے سے

$$س \times ۱۲ = د_۱ \times \frac{۱۲}{۳} - د_۲ \times \frac{۳}{۳} = \frac{۱۲۵}{۴} \quad (۵۷۶ - ۹)$$

= ۱۷۷۱۹ ∴ س = ۱۴۷۶٫۶ پونڈ ۔ ہر پھاٹک کا طول چونکہ ۵ فٹ ہے اس لیے

پلیٹ ۲

اُوپر والے قبضہ پر حقیقی دباؤ

= ۲٦٦ء۲٦ × ۱ × ۵ = ۳۸۳ء ۷ پونڈ

کلیۂ اول سے ظاہر ہے کہ کسی برتن کے اُفقی قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ صرف قاعدے کے رقبہ اور پانی کے ارتفاع پر منحصر ہوتا ہے۔ پس اگر ایک اُستوانہ اور ایک مخروط جن کے قاعدے اور ارتفاع مساوی ہوں، پانی سے بھر دیے جائیں تو اِن کے قاعدوں پر عمل کرنے والے دباؤ مساوی ہونگے۔ لیکن اُستوانے کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس میں بھرے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔ اس لیے کسی مخروط کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس پانی کے وزن کا تین گُنا ہوتا ہے جو درحقیقت اُس میں بھرا ہوا ہو۔ اس کی طبعی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ مخروط کے قاعدہ پر وزن دو قسم کے ہوتے ہیں ایک پانی کا حقیقی وزن جو مخروط میں بھرا ہوا ہو اور دوسرا وہ جو منحنی سطح اور سیال کے دباؤ کے ردِعمل سے ہوتا ہے اور جس کا انتصابی تحلیلی حصہ مخروط کے قاعدہ پر عمل کرتا ہے۔

٦۔ مساوی انتقال دباؤ

اگر پانی کسی بند برتن میں بھر دیا جائے اور مائع کے کسی جُزو پر ایک بیرونی دباؤ ڈالا جائے تو یہ دباؤ مائع کے اندر ہر سمت میں مساوی طور پر منتقل ہوجائیگا۔ اس اصول سے شکنجہائے آبی اور دیگر کلوں میں کام لیا جاتا ہے۔ ایک بڑا اور ایک چھوٹا اُستوانہ جن میں متحرک فشارے ہوتے ہیں پانی سے بھر دیے جاتے ہیں اور بذریعۂ نل ایک دوسرے سے ملا دیے جاتے ہیں۔ اگر چھوٹا فشارہ نیچے کی طرف د پونڈفی مربع انچ کی قوت سے دبایا جائے تو یہ دباؤ بڑے اُستوانے اور فشارے کے ہر مربع انچ پر منتقل ہوجائیگا۔ جن میں سے آخرالذکر پر وہ بوجھ رکھا ہوا ہوتا ہے جسے اُٹھانا ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ا اور اَ بڑے اور چھوٹے فشاروں کے رقبے ہیں۔ اور د وہ قوت ہے جو چھوٹے فشارے پر لگائی جاتی ہے اور و بڑے فشارے پر وزن ہے۔

پلیٹ ۲

وزن و = دَ × ا

چھوٹے فشارہ پر قوت د = دَ × اَ

$$\therefore \text{و} = \text{د} \times \frac{\text{ا}}{\text{اَ}}$$

مثال (۳۰) ایک آبی شکنجہ کے بڑے اور چھوٹے اُستوانوں کے قُطر علی الترتیب ۱۵ انچ اور ۱ انچ ہیں۔ بتاؤ کہ چھوٹے فشارے پر ۱۰ پونڈ کی قوت بڑے فشارے پر کے کس قدر بوجھ سے توازن کر سکتی ہے۔

$$\text{و} = \text{د} \frac{\text{ا}}{\text{اَ}} = ۱۰ \times \frac{(۱۵)^۲}{(۱)^۲} = ۲۲۵۰ \text{ پونڈ}$$

۷۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ـــــ اس کا باعث ہوا کا ایک اُستوانہ ہے جو کرۂ ہوائی کی سطح تک چلا جاتا ہے۔ یہ ایک سیالی دباؤ ہے اور ہر ایک نقطہ پر ہر سمت میں یکساں عمل کرتا ہے۔ شکل ۹ جیسی ایک ۳۴ انچ لمبی نلی لو جو ا پر بند اور ب پر کھلی ہو۔ اس نلی کو پارے سے بھر دو۔ پارا ایک ایسا مائع ہے جس کا وزن اس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا تقریباً ۱۳½ گُنا ہوتا ہے، اس نلی کو انتصابی حالت میں قائم کرو۔ پارا کسی قدر نیچے اُتر آئیگا اور ا پر خلا پیدا ہو جائیگا۔ ایک ہی لیول والے نقاط ب اور بِ۱ پر کے دباؤ مساوی ہونے چاہییں ورنہ حرکت ضرور واقع ہوگی۔ ب پر کا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ π پونڈ فی مربع فٹ ہے۔ اور ب۱ پر دباؤ پارے کے اُس اُستوانے اب۱ سے ہے جس کی بلندی تقریباً ۳۰ انچ ہے۔

پس π = (۱ مربع فٹ × $\frac{۳۰}{۱۲}$ فٹ) × ($۱۳\frac{۱}{۲}$ × ۶۲.۵) = ۲۱۱۰ پونڈ یا تقریباً ۱۵ پونڈ فی مربع انچ۔

اس آلہ کو بار پیما کہتے ہیں اور اس سے کرۂ ہوائی کے دباؤ کا تخمینہ کیا جاتا ہے۔ اگر ہم ایک پہاڑ پر چڑھیں تو ہمارے اوپر والے ہوا کے اُستوانے کی

پلیٹ ۲

بلندی گھٹ جاتی ہے اور پارا گر جاتا ہے (یعنی پارے کے اُستوانے کے طول میں کمی ہوجاتی ہے) اس طرح تہ چڑھائی کے تخمینہ کرنے کا ایک طریقہ مل جاتا ہے۔ ایک تقریبی ضابطہ حسبِ ذیل ہے :—

ا = ۶۰۰۰۰ (لوک س۱ - لوک س۲) .... (۲)

یہاں ا سے مراد بلندی فٹوں میں، اور س۱ اور س۲ سے انچوں میں بارپیما کے شمار ہیں جو زیرین اور بالائی مقامات پر ہیں۔ اگر صحت مطلوب ہو تو تپش کے باعث ایک تقسیم رسدی کرنی پڑتی ہے۔

مثال (۴)۔ مقامات سالم اور شیوارائے پر ایک ہی وقت میں بارپیما کے مشاہدات علی الترتیب ۱ء۲۹ اور ۲ء۲۵ انچ ہیں۔ اندازاً بتاؤ کہ دونوں مقامات کی بلندیوں میں کیا فرق ہے۔

ا = ۶۰۰۰۰ (لوک ۱ء۲۹ - لوک ۲ء۲۵) = ۶۰۰۰۰ (۴۶۳۹ء۱ - ۴۰۱۴ء۱)

= ۳۷۵۰ فٹ

پارے کا وزن چونکہ پانی کے وزن کا ½ ۱۳ گنا ہے اس لیے پانی کے اُستوانے کی بلندی جو کرۂ ہوائی کے دباؤ سے قائم ہوسکتی ہے ½ ۱۳ × ۳۰/۱۲ فٹ یا تقریباً ۳۴ فٹ ہے۔

کرۂ ہوائی کا دباؤ عام طور پر پانی کی آزاد سطح کے تمام مقامات پر عمل کرتا ہے اور اس لیے اکثر یہ دباؤ عملی صورتوں میں حساب میں نہیں لیا جاتا۔ مثلاً فرض کرو کہ پانی کے ایک برتن میں ایک چھوٹا سا منفذ ہے جو پانی کی سطح سے ا فٹ نیچے واقع ہے۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ۲ مائع کے تمام نقاط پر منتقل ہوجاتا ہے۔ برتن کے اندر منفذ پر کا دباؤ اس لیے ۲ + و و ہے اور منفذ کے باہر کا دباؤ ۲ ہے۔ اس لیے بہاؤ پیدا کرنے والا حاصل دباؤ و ا ہے۔ یعنی یہ وہ دباؤ ہے جو پانی کے ارتفاع ا کی وجہ سے ہے۔ یا جسے علی العموم آبی ارتفاع کہتے ہیں۔

۸۔ **سیفن** —— شکل ۸ جیسی ایک نلی ا ب ج کو پانی سے بھر دو اور اس کے دونوں سرے بند کردو۔ اس کی ایک شاخ ا ب کو

پلیٹ ۲

پانی کے ایک برتن میں رکھ دو اور اس کے بعد سروں ا اور ج کو کھول دو - پانی ج سے بہنا شروع ہوگا - اور جب تک برتن والے پانی کی سطح ج یا ا میں سے جو بھی زیادہ بلند ہو اُس تک نہ پہنچ جائے، پانی برابر بہتا رہیگا -

نلی میں پانی چونکہ برابر موجود ہے اس لیے نلی کے اندر کے کوئی دو ہم لیول نقاط پر سے کے دباؤ مساوی ہیں - اور اس لیے د اور د پر کے دباؤ میں سے ہر ایک π کے مساوی ہے - لیکن یہی ج پر کا دباؤ ہے - اس لیے پانی کا اُستوانہ ج د بغیر سہارے کے ہے اور اس لیے اُسے گرجانا چاہیے - اور نلی کے اندر کے باقی پانی کو اس کے پیچھے پیچھے جانا لازمی ہوتا ہے - وجہ یہ ہے کہ اگر تسلسل کٹ جائے تو خلا پیدا ہو جائیگا جو ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں غیر ممکن ہے تاوقتیکہ نقطہ ب نقطہ د کی پانی کی سطح سے ۳۴ فٹ بلند نہ ہو جائے - نلی کے حصہ د ب د میں کا دباؤ π سے کم ہے اس لیے اگر اس حصہ میں ایک سوراخ کر دیا جائے تو ہوا اندر گھس آئیگی اور پانی دونوں شاخوں سے گر جائیگا اور سیفن اپنا فعل نہیں کرسکیگا -

(۹) کثافت اضافی ـــــ کثافتِ اضافی سے مراد وہ نسبت ہے جو کسی مادہ کے کسی حجم کے وزن کو اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کے ساتھ ہو - پارے کی کثافتِ اضافی اس لیے ۶ء۱۳ ہے جب کہ پانی کی کثافت اضافی ۱ ہو - اگر کسی مادہ کی کثافتِ اضافی معلوم ہو تو اس کے کسی معلوم حجم کا وزن فوراً دریافت کیا جاسکتا ہے -

مثال (۵) - ڈھلے لوہے کے ایک ۴ انچ ضلعے والے مکعب کا وزن معلوم کرو جب کہ اس کی کثافتِ اضافی ۲ء۵، ہے -

حجم = $(\frac{1}{3})^3$ مکعب فٹ

وزن = $\frac{1}{27} \times \frac{1}{4} \, ۷ \times \frac{1}{2} \, ۶۲$ پونڈ = ۸ء۷ ۱۶ پونڈ

(۱۰) تیراؤ ـــــ کلیۂ سوم سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کا پانی میں تیرنا یا ڈوبنا اُس کی کثافتِ اضافی کی اکائی سے کم یا زیادہ ہونے پر منحصر ہوتا ہے -

مثال (۶) - ایک نہری کشتی ۳۲ فٹ لمبی $\frac{3}{16}$ انچی لوہے کی چادر سے

بنائی گئی ہے ۔ کشتی کے اگلے اور پچھلے حصوں کی تنگی کی وجہ سے کشتی کی لمبائی حسابی عمل کے لیے صرف ۳۰ فٹ خیال کی جائے اور اس کی مستطیلی تراشش ۶ فٹ چوڑی اور ۳ فٹ گہری یکساں مان لی جائے ۔ ڈھانچے اور کیلوں وغیرہ کے لیے ۵۰ فی صدی وزن زیادہ کرکے ٹنوں میں وہ وزن معلوم کرو جس کو کشتی تیر کر اس طرح لے جاسکتی ہے کہ اس کے پہلو ۹ انچ پانی سے اوپر رہیں ۔ پتّراں لوہے کی کثافت اضافی ۷٫۵ ہے ۔ دیکھو شکل ۱۱ ۔

فرض کرو کہ وزن ٹنوں میں و ہے ۔

پہلوؤں اور کناروں کا رقبہ = ۷۲ × ۳ = ۲۱۶ مربع فٹ

پیندے کا رقبہ = ۳۰ × ۶ = ۱۸۰ 〃

لوہے کا حجم = ۳۹۶ × $\frac{۳}{۱۲ × ۱۶}$ مکعب فٹ = $\frac{۹۹}{۱۶}$ مکعب فٹ

کشتی کا وزن = $\frac{۹۹}{۱۶}$ × ۷$\frac{۳}{۴}$ × ۶۲$\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۱۵۰}{۱۰۰}$ = ۴۴۹۶ پونڈ

ہٹائے ہوئے پانی کا وزن = ۳۰ × ۶ × ۲$\frac{۱}{۴}$ × ۶۲$\frac{۱}{۲}$ = ۲۵۳۱۲ پونڈ

∴ و = ۲۰۸۱۶ پونڈ = ۹٫۳ ٹن تقریباً

چونکہ پانی میں ڈوبا ہوا ہر ایک مادہ اپنے وزن میں سے اپنے ہٹائے ہوئے مائع کے وزن کا مساوی وزن کھو دیتا ہے ۔ اس لیے غرقاب کاموں کے سامانِ تعمیر کی اضافی قیمت جب کہ ان کاموں کے قیام کا انحصار ان کے وزن پر ہوتا ہے اُن کے فی مکعب فٹ وزن میں سے ۶۲$\frac{۱}{۲}$ پونڈ کو تفریق کرنے سے حاصل ہوتی ہے ۔ اس طرح تقریباً

	ہوا میں وزن	پانی میں وزن
	پونڈ	پونڈ
خشت کاری	۱۱۲	۵۰
گنگڑ کی چنائی	۱۲۵	۶۳

پلیٹ ۲

	ہوا میں وزن	پانی میں وزن
	پونڈ	پونڈ
کنکریٹ	۱۲۵	۶۳
گرانیٹ چونا پتھر	۱۷۰	۱۰۸

(۱۱) ماحر کی کلیے —— پانی کی کوئی دھار جب جاری ہو تو حسب ذیل کلیوں کی پابند ہوتی ہے :—

کلیۂ اول —— اگر دھار کی روانی مستقیم اور یکساں ہے اور اگر رَو کے کناروں کی ناھمواری سے جو بھنور پیدا ھوتے ھیں اُن کے اثر کو نظرانداز کر دیا جائے تو کسی نقطہ پر دباؤ بالکل ایسا ھوتا ھے گویا کہ مائع حالتِ سکون میں ھے۔

کلیۂ دوم —— اگر مائع کے ذرات میں وھی اسراع پیدا ھو جو اُن کی آزادی کی صورت میں پیدا ھوتا تو دباؤ یکساں ھوگا۔

پس ہوا میں آزادانہ گرنے والی کسی دھار کی آڑی تراش کے ہر نقطہ پر دباؤ یکساں ہوتا ہے اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔

باب اول پر مثالیں

R ۱۔ ایک توم کے تختہ کا بالائی کنارہ سطح سے ½۔ ۱ فٹ نیچے واقع ہے اور تختے کے ابعاد ۲ فٹ انتصابی اور ۱۸ انچ اُفقی ہیں۔ اس پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم کرو (جامعہ ۱۹۳۸ء) جواب ۵۰۲۵ پونڈ۔

۲ ✓ ۲۔ پن تالا کواڑوں کی ایک جوڑی پر کس قدر مجموعی دباؤ عمل کرتا ہے جب کہ تختہ کی چوڑائی ۱۰ فٹ ہو۔ اور پانی بالائی سمتِ دریا پر تختہ کے

نچلے حصے سے ۶ فٹ بلند ہے۔ اور زیرین سمتِ دریا پر پورے تختہ سے نیچے ہے ۔ (جامعہ ۱۹۶۵ء) - جواب ۵۰۰ ۲۲ پونڈ۔

۳ - بتاؤ کہ شکنجۂ آبی میں پانی کی کس خاصیت سے کام لیا جاتا ہے اور ایک ایسے شکنجے کے تناسب بیان کرو جو ہر ۱۰ پونڈ دباؤ پر ایک ٹن بوجھ اٹھا سکے۔ (جامعہ ۱۹۶۵ء) - جواب - فشارے جن کے قطر ۱۵ اور ا کی نسبت میں ہوں۔

۴ - ایک مکعب برتن جس کی گنجائش ۱۹۶۸۳ مکعب فٹ ہے پانی سے بھر دیا گیا ہے ۔ ایک انتصابی نلی کو جس کا اندرونی قطر ۱ انچ اور طول ۲۰ فٹ ہے پانی سے بھر کر اوپر سے اندر داخل کیا جاتا ہے ۔ تو بتاؤ کہ علی الترتیب برتن کے پیندے اور اس کے کسی ایک پہلو پر دباؤ کی قیمتیں کیا ہیں۔ (جامعہ ۱۹۶۷ء)
جواب - (۱) ۸۷۵ ۴ پونڈ (۲) ۲۶۰ ۴ پونڈ۔

۵ - ایک کشتی جس کی آڑی تراشِ مستطیلی تصور کی گئی ہے باہر باہر پیمائش میں ۶۰ فٹ لمبی ۱۰ فٹ چوڑی اور ۴ فٹ گہری ہے۔ پہلوؤں اور پیندے کی موٹائی بالاوسط ۱۰. فٹ ہے۔ اور جس چیز سے کہ وہ بنائے گئے ہیں اس کا وزن بالاوسط ۱۰۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ بتاؤ کہ کتنے ٹن کا بوجھ کشتی کو ۳ فٹ تک ڈبو دیگا۔ (جامعہ ۱۹۶۹ء) - جواب - ۴۵ ٹن۔

۶ - ایک انتصابی دروازہ جو ایک اُفقی محور کے گرد گھوم سکتا ہے پانی کے دس فٹ عمق کو سہارے ہوئے ہے ۔ محور کو کس گہرائی پر رکھنا چاہیے کہ محور کے نیچے اور اوپر واقع دروازے کے حصوں پر عمل کرنے والا دباؤ برابر ہو جائے۔
جواب - ۰۷، ۷ فٹ۔

۷ - پانی کے ایک خزانہ کی دیوار جس کی بلندی ۱۶ فٹ ہے اور آڑی تراش میں ایک ایسا مثلث قائم الزاویہ ہے جس کا قاعدہ ۱۲ فٹ ہے ۔ پانی کی گہرائی ۱۴ فٹ ہے۔ دیوار کے ہر طولی فٹ پر دباؤ کا مقابلہ کرو جب کہ سلامی دار رُخ یا انتصابی رُخ پانی کی طرف ہو۔ جواب - ۲۵، ۱:۱ -

Important chapter

باب دوم

ماقوائیات کے ابتدائی اصول چھوٹے منفذوں میں سے اخراج

مضامین

پلیٹ

(۱۲)- **بہاؤ کا حجم** —— پانی کی ایک دھار کو جو کسی نل یا نالے میں بہ رہی ہو ہم یہ تصور کر سکتے ہیں کہ اس کی ترتیب متعدد سیالی تاروں پر مشتمل ہے جو تقریباً ایک دوسرے کے متوازی بہ رہے ہوں۔ یہ تار ایک سی رفتار کے نہیں ہوتے جس کی کچھ وجہ تو کناروں کی فرکی مزاحمت ہے لیکن بڑی وجہ یہ ہے کہ کناروں کی ناہمواری سے چھوٹے گرداب پیدا ہوتے ہیں جن سے پانی کے ریشے ایک دوسرے کو کاٹ دیتے ہیں اور اس طرح ان کی رفتاروں پر اثر پڑتا ہے

بیسٹ ۲

اور وہ بدلتی رہتی ہیں۔ یہ بات فوراً معلوم ہوجائیگی کہ دھار کی حقیقی حرکت بہت ہی پیچیدہ ہے ۔ اور کوئی ایسا نظریہ موجود نہیں جس سے ہر تار کی حقیقی حرکت کا حساب کیا جاسکے۔ اگرچہ کسی مقررہ نقطہ پر رفتار ہر لحظہ اپنی مقدار اور سمت میں بدلتی رہتی ہے لیکن یہ بات مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ کچھ وقفہ کے لیے گویا چند لمحوں کے لیے اوسط رفتار مستقل ہوگی ۔ فرض کرو کہ آڑی تراشش کے ہر تار کی اوسط رفتار مطلوب ہے اور ر فٹ فی ثانیہ اِن تمام رفتاروں کا اوسط ہے تو اخراج خ مکعب فٹ فی ثانیہ جو رقبہ ق مربع فٹ میں سے گذر رہا ہو جیسا شکل ۱۲ ہے ۔

خ = ق × ر ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ (۳)

مثال (۷)۔ ایک دھار کی آڑی تراشش کی پیمائش ۱٫۲ مربع فٹ ہے اور اوسط رفتار ۷۰ فٹ فی دقیقہ ہے ۔ مکعب فٹ فی ثانیہ میں اِخراج معلوم کرو۔

یہاں ق = ۱٫۲، ر = $\frac{۷۰}{۶۰}$ ، ∴ خ = ۱٫۲ × $\frac{۷۰}{۶۰}$ = ۱٫۴ مکعب فٹ فی ثانیہ

جس حرکت کا اوپر تصور کیا گیا ہے اور جس میں دھار کی آڑی تراشش کے رقبہ کو بہت چھوٹے چھوٹے رقبوں میں تقسیم کیا گیا ہے جن میں سے ہر ایک سیالی تار کی تراشش ہے بہاؤ کی سیدھی حرکت کہلاتی ہے ۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ ہر سیالی تار یا دھار ایک غیر متغیر رفتار رکھتی ہے تو فضاء میں اس کا ایک مقررہ مقام ہوگا ۔ اور ایسی صورت میں دھار کی حرکت کو برقرار حرکت کہا جاتا ہے۔

(۱۳) اصولِ تسلسل

اگر کسی رَو میں کوئی ایسی فضاء تصور کرلی جائے جس کے حدود مقرر ہوں تو یہ رقبہ عموماً مستقل طور پر پانی سے بھرا رہیگا بہاؤ کی درآمد اور برآمد برابر ہوگی ۔ اسی کو اصولِ تسلسل کہتے ہیں۔ اگر ق، قَ کسی بہاؤ کی دو آڑی تراشوں کے رقبے اور ر، رَ اِن تراشوں کی اوسط رفتاریں ہوں تو ق اور قَ کی درمیانی آبی فضا میں درآمد ق × ر

پلیٹ ۲

مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا اور برآمد قَ × رَ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔ اور یہ دونوں اصولِ تسلسل کی رُو سے مساوی ہونگے ۔

ش $\frac{\text{رَ}}{\text{ر}}$ = $\frac{\text{قَ}}{\text{ق}}$ .... (۴)

یا یوں کہ سکتے ہیں کہ رفتاریں اور رقبے ایک دوسرے سے معکوس نسبت رکھتے ہیں ۔ اگر رَو کی تہ کا ڈھال مختلف ہو تو سب سے زیادہ رفتار اُس جگہ ہوگی جہاں سب سے زیادہ تیز ڈھال ہوگا ۔ اس لیے اِن حصوں میں آڑی تراش چھوٹی سے چھوٹی ہوگی ۔

مثال (۸) ۔ ایک نالے کی تراش جس کی تہ کا ڈھال یکساں چلا گیا ہے ۱۵۰ مربع فٹ ہے اور اس تراش پر رفتار ۱۰۵ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ ۱۲۵ مربع فٹ تراش پر اس کی رفتار معلوم کرو ۔

یہاں ر × ۱۲۵ = ۱۰۵ × ۱۵۰ ∴ ر = ۱۰۸ فٹ فی ثانیہ ۔

(۱۴) چھوٹے منفذوں میں سے اِخراج ــــ اخراج کی رفتار

رفتار ــــ فرض کرو کہ ایک چھوٹا نل جو پانی سے بھرے ہوئے برتن میں لگا ہوا ہے برتن سے باہر کو نکلا ہوا ہے اور سرے پر سے اُوپر کی طرف کو موڑ دیا گیا ہے یہ نل بجز ایک باریک منفذ کے جس کا عمق سطح آب سے ل ہے بند ہے تو پانی اس منفذ میں سے انتصابی حالت میں باریک دھار کی صورت میں نکلیگا دھار کا ارتفاع قریب قریب برتن کے اندر کے پانی کی سطح تک پہنچیگا ۔ سطح سے اس بلندی کا فرق اِتنا خفیف ہوگا کہ فوراً یہ خیال پیدا ہوگا کہ اس کی وجہ صرف رگڑ اور دوسری مزاحمتیں ہو سکتی ہیں ۔ اگر اِس فرق کو نظر انداز کر دیں تو خاص منفذ پر ہر ذرہ کی رفتار اس قدر کافی ہوگی کہ اس کو ل ارتفاع تک پہنچا سکے ۔ یعنی ذرّہ کی رفتار وہی ہوگی جو ذرہ کے پانی کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں پیدا ہو سکتی ہے ۔ علم حرکیات کی رُو سے یہ رفتار ر = $\sqrt{\text{۲ج ل}}$ جسے نظری رفتار بوجہ ارتفاع ل کہتے ہیں ۔ چونکہ ل = $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ اس لیے رقم $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ سے مراد ارتفاع

پلیٹ ۲

بوجہ رفتار ر ہے۔ نیز چونکہ د = و × ا، اس لیے د/و سے مراد منفذ پر داب ارتفاع ہوگا۔

اگر منفذ پر دھار کا تراشی رقبہ ق ہو تو اخراج ح = ق × ر = ق √۲ج ا۔ اس کو ایسے منفذ کا نظری اخراج کہتے ہیں جس کا رقبہ ق ہو۔

(۱۵) رفتار کا سر یا قدر (Co-efficient) —— حقیقی رفتار رح

اور نظری رفتار ر میں جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے تھوڑا سا فرق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ رح = سر × ر جہاں سر سے مراد رفتار کا سر یا قدر ہے۔

رح = سر √۲ج ا .... (۵)

تجربہ سے یہ بات معلوم ہوئی ہے کہ رفتار کا سر (قدر) مختلف ارتفاعوں کے لیے قریب قریب مستقل ہوتا ہے۔ اس کی اوسط قیمت ۰.۹۷ ہے۔ اگر ارتفاع بہت ہی بڑا ہو تو سر (قدر) کی قیمت اتنی بڑھ جاتی ہے کہ ۰.۹۹ تک پہنچ جائے۔

رفتار کی قدر کا تخمینہ کسی دھار کے شلجمی رستہ کی پیمائش سے ہوسکتا ہے۔

فرض کرو کہ منفذ پر دھار کی سمت اُفقی ہے اور دھار کے رستہ کے کسی نقطہ کے پیمائش کردہ محدد لا اور ما ہیں۔ و = وقت ثانیہ میں۔ (شکل ۱۳)۔

تب لا = رح × و اور ما = ج و²/۲ = ج/۲ (لا/رح)² ∴ (رح)² = ج (لا)²/۲ ما

لیکن رح = سر √۲ج ا ∴ سر² × ۲ج ا = ج لا²/۲ ما ∴ سر = لا/√(۴ ما ا)

نظری اور حقیقی رفتاروں کے فرق کو ارتفاع میں بھی دکھا سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ا مجموعی ارتفاع ہے اور ا۱ وہ ارتفاع ہے جہاں تک دھار پہنچتی ہے (شکل ۱۴)۔ تب ا۱ وہ ارتفاع ہے جو رفتار کو پیدا کرنے میں خرچ ہوتا ہے اور ا - ا۱ وہ ارتفاع ہے جو لزوجت اور رگڑ کی مزاحمتوں پر غالب آنے میں صرف ہوتا ہے۔ آخر الذکر یعنی ا - ا۱ کو نقصانِ ارتفاع کہتے ہیں۔

نظری رفتار ر = √۲ج ا ۔ حقیقی رفتار رح = سر × ر = سر √۲ج ا

پلیٹ ۴

لیکن $ر_۲ = س_ر\sqrt{۲ج ل_۱}$ ∴ $س_ر^۲ ل = ل_۱$

$ل_۲ = ل - ل_۱ = ل(۱ - س_ر^۲)$ اگر $س_ر = ۰٫۹۷$، $ل_۲ = ۰٫۰۶ ل$

یعنی رگڑ پر غالب آنے کے لیے مجموعی ارتفاع کا تقریباً ۶ فی صدی حصّہ صرف ہوتا ہے ۔ اور ۹۴ فی صدی رفتار کے لیے باقی رہ جاتا ہے ۔

(۱۶) سمٹاؤ کی قدر[1] ——— اگر منفذ ایک پتلی تختی میں ہو یا منفذ کی کوریں گھس کر تیز کر دی گئی ہوں تو منفذ سے تھوڑے سے فاصلہ پر دھار کی تراش منفذ کے رقبہ سے کم ہوگی ۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سیالی تار جو ہر طرف سے منفذ پر آتے ہیں ان کی سمتوں کے بیشتر حصہ کا تغیر منفذ پر ہوتا ہے ۔ تاروں کا استمرار اس تغیر کو فوراً واقع ہونے سے روکتا ہے اور اسی لیے تاروں کے رستہ میں انحنا پیدا ہو جاتا ہے جیسا کہ شکل ۱۵ سے واضح ہے ۔ زیادہ سے زیادہ سمٹاؤ منفذ سے اس کے نصف قطری فاصلے پر پیدا ہوتا ہے ۔ اگر ق منفذ کا رقبہ ہو اور $س_س$ ق دھار کا رقبہ ہو تو $س_س$ کو سمٹاؤ کی قدر کہتے ہیں ۔ ایک منفذ جو عمدہ موقع پر ہو اور اس کے کنارے گھس کر تیز کر دیے گئے ہوں اور جو مستوی سطح میں ہو یہ قدر مختلف ارتفاعوں اور مختلف اقسام کے منفذوں کے لیے تقریباً مستقل ہوتی ہے ۔ اس کی قیمت ۶۴ ، ۰ ہے جو بالراست پیمائش سے حاصل کی گئی ہے ۔

اگر تختی کی موٹائی منفذ کے قطر سے زیادہ ہو تو منفذ کے اطراف کی کشش شعری سے وہ حالت بن جاتی ہے جو شکل ۱۶ میں دکھائی گئی ہے اور قدر کی قیمت میں اضافہ ہو جاتا ہے ۔

(۱۷) اخراج کی قدر ——— جملہ خ = ق ر میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ سیالی تاروں کی اوسط رفتار ر ہے اور یہ رفتار ایک ایسی سمت میں ہے جو آڑی تراش کے زاویۂ قائمہ میں ہے ۔ یہ بات ہر ایک دھار میں اُس تراش پر پائی جاتی ہے جہاں سمٹاؤ زیادہ سے زیادہ ہو ۔ اگر ق منفذ کا

[1] Coefficient of Contraction

پلیٹ ۲

رقبہ ہو، تو $س_ر \times ق$ دھار کا رقبہ ہوگا اور $س_ر \sqrt{۲ ج ا}$ اس کی رفتار ہوگی۔

اس لیے $خ = (س_ر ق)(س_ر \sqrt{۲ ج ا})$ یعنی

$$خ = س ق \sqrt{۲ ج ا} \quad .... (۶)$$

جہاں س اخراج کی قدر ہے اور یہ $س_ں س_ر$ کے برابر ہوئی۔
ایسے منفذ کے لیے جو ایک پتلی تختی میں ہو $س_ں = ۶۴ء$، $س_ر = ۹۷ء$،
$\therefore س = ۶۲ء$

پس $خ = ۵ ق \sqrt{ا}$ تقریباً۔

اخراج کی قدر کو براہِ راست یوں دریافت کر سکتے ہیں کہ بہاؤ کو ایک ناپ برتن (Gauge basin) میں ڈال دیں۔ اس طرح اخراج فی ثانیہ $س ق \sqrt{۲ ج ا}$ کا حقیقی مشاہدہ کر لیا جاتا ہے اور اس کا مقابلہ نظری اخراج $ق \sqrt{۲ ج ا}$ سے کر لیا جاتا ہے جس سے ہمیں س کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

اخراج کی قدر کو بعض اوقات ارتفاع میں بیان کرتے ہیں۔ اخراج خ $= س ق \sqrt{۲ ج ا}$ کو یوں خیال کر سکتے ہیں کہ یہ رقبہ ق اور رفتار $س \sqrt{۲ ج ا}$ سے حاصل ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ $ا_۱$ وہ ارتفاع ہے جو اس رفتار کے لیے ہوتا ہے۔

$$تب\ ا_۱ = \frac{س^۲ ۲ ج ا}{۲ ج} = س^۲ ا$$

ایک پتلی تختی کے لیے $س = ۶۲ء$ $\therefore ا_۱ = (۶۲ء)^۲ ا = ۳۸۵ء ا$

اس طرح کُل ارتفاع کا $۳۸\frac{۱}{۲}$ فی صدی رفتار کے پیدا کرنے میں صَرف ہوتا ہے۔ اور $۶۱\frac{۱}{۲}$ فی صدی کا نقصان بوجہ سمٹاؤ اور مزاحمت ہوتا ہے۔

مثال (۹) پانی کا وہ ارتفاع معلوم کرو جس سے ایک پتلی تختی کے ۶ انچ مربع منفذ میں سے ۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج لازمی ہو (جامعہ ۱۹۲۶ء)۔

$خ = س ق \sqrt{۲ ج ا}$ جہاں $خ = ۸$، $س = ۶۲ء$، رقبہ $ق = \frac{۱}{۴}$

$\therefore ۸ = ۶۲ء \times \frac{۱}{۴} \times ۸ \times \sqrt{ا}$ $\therefore \sqrt{ا} = ۶۴۵ء۶$ $\therefore ا = ۴۱ء۶۶$ فٹ

(۱۸) نَہ نگولی مہنال —— اگر منفذ کی شکل ایک سمٹی ہوئی رگ

پلیٹ ۷

(وریدِ منقبض) کی سی ہو (شکل ۲ ۷) تو تمام سمٹاؤ منفذ کے اندر واقع ہوگا، اور اگر منفذ کے رقبہ کی پیمائش اس کے چھوٹے سرے پر کی جائے تو س = اےپس اِس قسم کے منفذ کے لیے اخراج کی قدر س = اکائی × س / س = ۰ء۹۷ - آبی خزانوں میں جو نل لگائے جاتے ہیں اُن کے منہ ہمیشہ زنگولی شکل کے ہوتے ہیں تاکہ سمٹاؤ جاتا رہے - اور یہی وجہ ہے کہ ارتفاع کا کوئی نقصان نہیں ہوتا اور جو ورنہ ضرور ہوتا -

(۱۹) دبا سمٹاؤ ـــــ سمٹاؤ چونکہ سیالی تاروں کے اِستدقاق سے پیدا ہوتا ہے اس لیے ہر ایسی ترکیب سے جس سے اس اِستدقاق میں کمی واقع ہو مثلاً منفذ کے کنارے میں چاروں طرف ایک اندرونی باڑ لگا دی جائے یا برتن کے پیندے یا اطراف کے قریب منفذ واقع ہو تو ان سے اخراجی قدر میں زیادتی ہو جائیگی - ایسی صورت کو جملہ س = ۰ء۶۲ (۱+۰ء۱۴ ن/م) سے معلوم کیا جاتا ہے - یعنی ن/م منفذ کے گھیرے کی کسر ہے جس پر سمٹاؤ کو دبایا جاتا ہے - ایسے منفذ پر جو آب اندازوں اور اخراجی نالوں پر ہو اس کو لگانے سے قدر میں تبدیلی ہو جاتی ہے -

(۲۰) مہنالیں ـــــ اگر ایک اسطوانہ نما نلی جس کی لمبائی منفذ کے قطر سے ۲/۱ ۲ اُنگی سے کم نہ ہو منفذ کے بیرونی طرف لگائی جائے تو دھار سمٹاؤ کے بعد نلی کو پھر بھر دیگی اور اخراج کی قدر کی قیمت ۰ء۸۲ ہو جائیگی -

اگر استوانہ نما مہنال کو بجائے باہر کے اندر لگایا جائے تو قدر کی قیمت صرف ۰ء۵۲ رہ جاتی ہے -

اگر مہنال کے پہلو مخروطی شکل میں باہر کی طرف مستدق ہوں تو قدر کی قیمت بڑھ جائیگی - اگر مہنال کی لمبائی چھوٹے قطر کی ۲/۱ ۲ گنی ہو اور زاویۂ استدقاق ۵ کا ہو تو قدرِ اخراج ۰ء۹۲ ہوگی -

اگر مہنال کی شکل سمٹی ہوئی رگ کی طرح ہو اور اس کے اطراف مخروطی

پلیٹ ۲

شکل میں پھیل جائیں تو نلی میں پانی بھرپور بہیگا۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ نظری طور پر اعظم اخراج ایسی مہنال سے وہ ہوتا ہے جو اس کے چھوٹے سے چھوٹے رقبہ سے خلا میں ہو یعنی خ = ق م $\sqrt{}$ ۲ ج (ل + ۳۴)۔ لیکن عملاً اخراج اس سے کم ہوتا ہے جس کا سبب یہ ہے کہ پانی میں ہوا کے وہ ذرات جو معلق ہوتے ہیں آزاد ہو جاتے ہیں جس سے بہاؤ کے تسلسل میں رکاوٹیں پیدا ہو جاتی ہیں۔ مذکورۂ بالا شکل کی ایسی مہنال سے جس کا طول اس کے کم سے کم قطر سے نو گنا ہو اور جس کا زاویۂ استدقاق ۵° ہو حقیقی اخراج نل کے چھوٹے سے چھوٹے رقبہ کے نظری اخراج کا ۵۰ء۱ گنا ہوتا ہے اور اس لیے $\frac{۱٫۵}{۰٫۶۲}$ یا ۴ء۲ گنا اُس اخراج کا ہوگا جو اتنے ہی رقبہ میں سے ایک پتلی تختی کے اندر سے ہو۔

(۲۱) چھوٹے نل ــــ ایک اُستوانہ نما مہنال کے طول کو جتنا بڑھاتے جائیں رفتہ رفتہ یہاں تک کہ وہ ایک چھوٹا نل ہو جائے، اتنی ہی فرکی مزاحمت بڑھتی جاتی ہے اور قدر بطریقِ ذیل گھٹتی جاتی ہے۔

قطروں میں لمبائی	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
قدر	۸۲ء	۷۹ء	۷۷ء	۷۱ء	۶۴ء	۵۵ء	۴۹ء	۴۴ء	۴۱ء	۳۸ء

مثال ۱[1]۔ ایسے نل سے اخراج فی ثانیہ معلوم کرو جس کا طول ۴ فٹ اور قطر ۱۲ انچ ہو۔ اور پانی کی سطح سے نل کے مرکز تک ارتفاع یا گہرائی ۱۲ فٹ ہو۔ (جامعہ ۱۸۸۶ء)۔

یہ ایک اُستوانہ نما مہنال یا چھوٹے نل کی مثال ہے جس کا طول چار قطروں کے مساوی ہے۔ اس لیے قدر کی قیمت ۸۰ء لی جا سکتی ہے۔ خ = س ق م $\sqrt{}$ ۲ ج ر

[1] دفعہ ۴۷۔

جہاں د = ۱۲ء، ق = $\frac{\pi د^۲}{۴}$ = ۰۸۵ء مربع فٹ

∴ خ = ۶۸ء × ۰۸۵ء × $\sqrt{۲ × ۸ × ۳}$ = ۴ء۱ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۲۲) اخراج کی قدروں کی قیمتیں —— قدروں کی قیمتیں

ذیل میں درج کی جاتی ہیں:—

اندرونی اُستوانہ نما جہنال	۵۲ء۰
پتلی تختی میں منفذ	۶۲ء۰
بیرونی اُستوانہ نما جہنال	۸۲ء۰
مخروطی مستدق (۵°) جہنال	۹۲ء۰
سمٹی ہوئی رگ (ورید منقبض) کی شکل کی جہنال	۹۷ء۰
مخروطی متسع (۵°) جہنال	۵۰ء۱

باب دوم پر مثالیں

(۱) علمِ ماقوائیات میں جسے اصول تسلسل کہتے ہیں اس کی بخوبی تشریح کرو۔ ایک دھار میں جس کی حرکت مستقل ہے ایک تراش پر اوسط رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اور تراش کا رقبہ ۵۰۰ مربع فٹ ہے تو بہاؤ کا حجم معلوم کرو۔ ایک دوسرے مقام پر جس کا فاصلہ پہلے سے ایک میل پر ہے تراش کم ہو کر صرف ۳۰۰ مربع فٹ رہ جاتی ہے۔ رفتار معلوم کرو (کلیہ ۱۸۸۳ء)۔

جواب۔ (۱) ۱۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ (۲) ۳۳ء۳ فٹ فی ثانیہ۔

(۲) سادہ منفذوں میں سے پانی کے بہاؤ کے کیا قواعد ہیں انہیں عام طور پر بیان کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ قدرِ رفتار، قدرِ سمٹاؤ اور قدرِ اخراج کے کیا معنیٰ ہیں۔ اور ان کا باہمی تعلق کیا ہے۔

ایک توم کے مُنہ کی چوڑائی ۳ فٹ اور اونچائی ۱ فٹ ہے۔ پانی کی سطح سے

منفذ کے نچلے کنارے کا عمق ۷ فٹ ہے اور ہوا میں اخراج آزادی کے ساتھ ہو رہا ہے۔ یہ مان کر کہ توم ایک پتلی تختی کے اندر منفذ ہے مکعب فٹوں فی ثانیہ میں اخراج معلوم کرو (کلیہ ۱۹۳۳ء) ۔ جواب ۳۰ مکعب فٹ۔

(۳) پیتل لوہے کے حوض میں پانی کو ۴ فٹ کے مستقل عمق پر رکھا جاتا ہے اِس حوض کے ایک پہلو میں ایک سوراخ ایک انچ قطر کا ہے جس میں سے ۶۳ء۱۴ گیلن فی دقیقہ اخراج ہوتا ہے۔ بتاؤ کہ حوض کی تہ سے سوراخ کی بلندی کیا ہے۔ (کلیہ ۱۹۲۸ء) ۔جواب ۱ فٹ۔

(۴) ایک ایسے منفذ کا قطر معلوم کرو جو پتلی تختی میں واقع ہو اور جو ۵۰ فٹ ارتفاع کے نیچے ...،۸۰ مکعب فٹ فی یوم اخراج کرسکتا ہو (کلیہ ۱۹۳۸ء)
جواب ۲ء۲ انچ۔

(۵) ایک انچ مربع والے منفذ کا اخراج پانی کے ۹ فٹ ارتفاع کے نیچے ۷ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے۔ شرح اخراج معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۹۳۸ء)
جواب ۷ء۔

(۶) ایک فٹ مربع منفذ میں سے جس کا مرکز سطح آب سے ۳۶ فٹ نیچے ہے اخراج ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے بتاؤ کہ سمٹاؤ کی قدر کیا ہوگی۔ اگر ارتفاع کو کم کرکے ۲۵ فٹ اور ۱۶ فٹ کردیا جائے تو بتاؤ کہ اخراج کیا ہونگے (جامعہ ۱۹۳۳ء) ۔جواب (۱) ۶۲ء ۴ (۲) ۲۵ مکعب فٹ فی ثانیہ (۳) ۲۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۷) ایک پتلی تختی میں ۱ انچ قطر والے منفذ میں سے ½ ۲ مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج چاہیے ضروری ارتفاع دریافت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر ایک ایسی مہنال لگا دی جائے جس سے زیادہ سے زیادہ اخراج ہو سکے لیکن ارتفاع وہی رہے تو اخراج کتنا زیادہ ہو جائیگا۔ (جامعہ ۱۹۳۴ء)
جواب (۱) ۴ فٹ (۲) ۴/۵ مکعب فٹ فی منٹ۔

(۸) توموں میں سے اخراج کا ضابطہ خ = ۵ × رقبہ × $\sqrt{ار}$
ثابت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر سمٹاؤ کو منفذ کے گھیرے کے ایک حصہ پر دبا دیا جائے تو

ضابطہ میں کیا تغیر ہوگا ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۶ء) ۔

(۹) کس شکل کی مہنال سے زیادہ سے زیادہ اخراج ہو سکتا ہے ؟ اُس کے مختلف حصوں کے تناسب بتاؤ اور وہ تناسب بھی بتاؤ جس سے حاصل شدہ اخراج نظری اخراج سے بڑھ جاتا ہے ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۵ء) ۔

(۱۰) ۶ فٹ مستقل ارتفاع کے نیچے حسبِ ذیل صورتوں میں اخراج فی دقیقہ کیا ہوگا ۔

(۱) ایک پتلی تختی میں ایک مربع منفذ جس کا رقبہ ۱ء۰۳۹ مربع انچ ہو ۔

(۲) ایک استوانی مہنال جس کا قطر ۱ انچ اور لمبائی ۳ انچ ہو ۔

(جامعہ سنہ ۱۸۷۶ء) ۔ جواب (۱) ۳ء۵ مکعب فٹ (۲) ۴ء۵ مکعب فٹ ۔

باب سوم

بڑے منفذوں اور کٹھنوں میں سے اخراج

مضامین

پلیٹ ۳

(۲۳) بڑے منفذ —— اب تک تو ہم نے صرف چھوٹے منفذوں کے متعلق بحث کی ہے یعنی اُن منفذوں کے متعلق جن میں سے ہر ایک نکلنے والے تار کا ارتفاع تقریباً یکساں ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ منفذ ایک انتصابی سطح میں واقع ہے اور اس کی بلندی کم ہے۔ اب اگر ا ارتفاع ہو جس کی پیمائش منفذ کے مرکز سے کی گئی ہو تو تمام تاروں کی رفتاریں تقریباً س × √۲ج ا کے مساوی ہیں اور (دفعہ ۱۷) کی رُو سے خ = س ق √۲ج ا۔ برخلاف اس کے

پلیٹ ۳

بڑے منفذوں کے لیے دھار کے تمام تاروں کی رفتار یکساں نہیں لی جا سکتی کیونکہ منفذ کے اوپر اور نیچے والے تاروں کے ارتفاع مساوی نہیں ہوتے بلکہ ان میں بہت بڑا فرق ہوتا ہے ۔ آگے چل کر یہ بات معلوم ہوگی کہ تمام تاروں کی اوسط رفتار اور منفذ کے مرکز کی رفتار میں بہت ہی کم فرق ہوتا ہے اس لیے اگر چھوٹے منفذ کے اخراج والے ضابطہ کو استعمال کیا جائے تو کسی بڑی غلطی کا احتمال نہیں۔

(۲۴) **کلیۂ برنولی** — فرض کرو کہ ایک دھار کی حرکت مستقل ہے۔
یہ فرض کرو کہ ب ج (شکل ۱۵) میں ایک ابتدائی بہاؤ کا خط ہے ۔ اور ظ، ظ، بنیادی خط ہ ہ کے اوپر نقاط ب اور ج کی بلندیاں ہیں ق، د، ر بالترتیب تراش کا رقبہ، دباؤ، اور ب پر کی رفتار ہیں اور ق، د، ر، نقطہ ج پر ایسی ہی متناظر مقداریں ہیں۔ کسی ایک خفیف وقفہ و وقت میں فرض کرو کہ سیال کی کمیت ب ج، ب، ج، تک پہنچ جاتی ہے ۔ تب فاصلہ ب ب، = ر و ۔ اور بہاؤ کی درآمد اور برآمد جو برابر ہوتی ہے یہ ہے خ و = ق ر و = ق، ر، و ۔ چونکہ اس تار کے اطراف کے تار بھی تقریباً ایک ہی رفتار سے متحرک ہیں اس لیے لزوجی مزاحمت کو حساب میں نہیں لیا جا سکتا ۔ بیرونی قوتوں کا کام اُس توانائی بالفعل کے مساوی ہونا چاہیے جو منکشف ہو (سیال انبچکنا سمجھا گیا ہے) ۔ تار کی تمام سطح پر عمودی دباؤ، علاوہ سروں کے، حرکت کی سمت پر عمودی ہیں اس لیے ان سے کوئی کام حاصل نہیں ہوتا ۔ لہٰذا وہ بیرونی قوتیں جن کا لحاظ کرنا ہوتا ہے صرف جاذبہ اور سروں پر کے دباؤ ہیں ۔

توانائی بوجہ جاذبہ وہ ہے جو حجم خ و کے ارتفاع ظ سے ارتفاع ظ، تک منتقل ہونے میں پیدا ہوتی ہے یعنی و خ و (ظ ۔ ظ،) یہاں و = اکائی وزن پانی کا اور و وقت کی اکائیاں ۔

دباؤ کی توانائی اُس کام کے برابر ہے جو نقطہ ب پر کے دباؤ سے فضاء ب ب، میں حرکت کرنے سے حاصل ہو ۔ بعد منہائی اُس کام کے جو نقطہ ج پر کے دباؤ سے فضاء ج ج، میں حاصل ہو ۔ یعنی د ق ر و ۔ د، ق، ر، و یعنی خ و (د ۔ د،) ۔

پلیٹ ۳

توانائی بالفعل میں فرق ہوگا $\frac{و خ و}{۲ ج}(ر_۱^۲ - ر^۲)$

پس $و خ و (ظ - ظ_۱) + خ و (د - د_۱) = \frac{و خ و}{۲ ج}(ر_۱^۲ - ر^۲)$

$\therefore (ظ - ظ_۱) + \frac{د - د_۱}{و} = \frac{ر_۱^۲ - ر^۲}{۲ ج}$ ....(۷)

$\therefore \frac{ر^۲}{۲ ج} + \frac{د}{و} + ظ = \frac{ر_۱^۲}{۲ ج} + \frac{د_۱}{و} + ظ_۱$ یا چونکہ ب اور ج بہاؤ کے خط میں کوئی دو نقاط ہیں۔

$\therefore \frac{ر^۲}{۲ ج} + \frac{د}{و} + ظ =$ مقدارِ مستقلہ ....(۸)

اب $\frac{ر^۲}{۲ ج}$ ارتفاع بوجہ رفتار ہے اور $\frac{د}{و}$ ارتفاع بوجہ دباؤ ہے اور ظ بنیادی خط کے اوپر کی بلندی ہے۔ اس لیے ہم کہ سکتے ہیں کہ ظ وہ کام ہے جو ایک پونڈ پانی کے وزن سے جو بنیادی خط پر گرتا ہو حاصل ہو سکتا ہے اور $\frac{د}{و}$ اور $\frac{ر^۲}{۲ ج}$ کام کی وہ مقداریں ہیں جو دباؤ د اور رفتار ر سے ایک پونڈ پانی کا وزن کر سکتا ہے۔ اس لیے تینوں کا حاصل جمع ایک پونڈ ایسے پانی کی مجموعی توانائی ہے جس کا تخمینہ بنیادی خط کے حوالے سے کیا جاتا ہے۔ اس لیے ایک پونڈ پانی کی مجموعی توانائی بہاؤ کے خط پر یکساں تقسیم ہوتی ہے۔

اگر ہ کسی ایسے نقطہ کا عمق ہو جس کی پیمائش بنیادی خط ہ ہ۱ سے ہوئی ہو تو مساوات (۸) ہو جاتی ہے $\frac{ر^۲}{۲ ج} + \frac{د}{و} - ہ =$ مقدارِ مستقلہ۔

(۲۵) ماقوائی ڈھال —— فرض کرو کہ دو انتصابی نلیاں

اس طرح سے رکھی جاتی ہیں کہ وہ خط سے نقاط ب اور ج پر ملیں (شکل ۱۹)۔ ان نلیوں میں نقاط ب اور ج پر کے دباؤ کی وجہ سے پانی $\frac{د}{و}$ اور $\frac{د_۱}{و}$ کی بلندیوں تک چڑھ جائیگا۔ نلیوں کے اندر آزاد سطحوں کی بلندیوں کا فرق ہوگا (شکل کی رو سے) $ہ = ظ + \frac{د}{و} - (ظ_۱ + \frac{د_۱}{و})$۔ اس کو مساوات (۷) میں تبدیل کرنے سے $ہ = \frac{ر_۱^۲ - ر^۲}{۲ ج}$ حاصل ہوتا ہے یعنی دو تراشوں کے درمیان سطحوں کے لیول کا گراؤ

اُن ارتفاعوں کا فرق ہے جو اِن تراشوں پر رفتاروں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔
خط د ع ماقوائی ڈھال کہلاتا ہے۔ لیکن اس اصطلاح کو اُن صورتوں میں بھی استعمال کرتے ہیں جہاں رگڑ کا بھی لحاظ رکھا جائے۔

(۲۶) دھار میں نکلتے تاروں کی رفتار

(۲۶) دھار میں نکلتے تاروں کی رفتار —— اب ہم یہ ثابت کر سکتے ہیں کہ دھار کی شکل میں نکلتے ہوئے تاروں کی رفتار، سیال کی لزوجت کو نظر انداز کر کے، اُس ذرہ کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے جو سیال کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں حاصل ہوتی ہے۔ یہ ایک ایسا نتیجہ ہے جو اب تک تجربہ پر مبنی رہا ہے (دفعہ ۱۴)۔

دھار اُن ابتدائی تاروں سے بنی ہوئی ہے جو برتن کے اندرونی حصہ کے کسی نقطہ پر سے حرکت کرنا شروع کرتے ہیں ایسا ایک تار شکل (۲۰) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کرو کہ نقطہ ب پر جہاں رفتار بے معلوم سی کم ہے ارتفاع $ا_1$ ہے۔ اور منفذ پر ارتفاع $ا$ اور رفتار $ر$ ہے۔

نقطہ ب پر ارتفاع $ا_1$ ہے، دباؤ $\Pi + و\,ا_1$ اور رفتار صفر ہے۔
نقطہ ج پر ارتفاع $ا$ ہے، دباؤ Π اور رفتار $ر$ ہے۔

اس لیے کلیۂ برنولی کی رو سے $\frac{ر^2}{۲ج} + \frac{\Pi}{و} - ا = ۰ + \frac{\Pi + و\,ا_1}{و} - ا_1$

$$\therefore \frac{ر^2}{۲ج} = ا \quad \therefore ر = \sqrt{۲\,ج\,ا} = ۸\sqrt{ا} \text{ تقریباً}$$

اگر منفذ بمقابلہ $ا$ ابعاد میں کم ہو تو تمام تاروں کی رفتار تقریباً ایک ہی ہوگی۔ اور اگر $ا$ کی پیمائش منفذ کے مرکز تک کی جائے تو رقم $ر = \sqrt{۲\,ج\,ا}$ دھار کی قریب ترین اوسط رفتار کو ظاہر کرتی ہے۔

(۲۷) مستطیلی کٹھنہ

(۲۷) مستطیلی کٹھنہ —— ایک ایسے مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو جو پانی سے بھرے ہوئے ایک برتن کے انتصابی پہلو میں ہو اور جس کی لمبائی $ل$ اور عمق ب ج = $د$ (شکل ۲۱)۔ لا گہرائی پر ایک سیالی تار نظری رفتار

پلیٹ ۲

$\sqrt{2\text{ما ج لا}}$ ہوگی۔ نقطہ ل پر کی رفتار ظاہر کرنے کے لیے خط ل ک کو $\sqrt{2\text{ما ج لا}}$ کے مساوی اُفقی طور پر قائم کرو۔ ل ک جیسے تمام خطوں کے بیرونی سروں کو ظاہر کیا جاسکتا ہے کہ وہ شلجمی ب ک د پر واقع ہیں جہاں ج د = $\sqrt{2\text{ما ج ا}}$ لہٰذا شکل ب د ج اُن تمام تاروں کی رفتاروں کی ترتیبی شکل ہے جو ایک انتصابی خط ب ج میں سے نکل رہے ہوں۔ تمام تاروں کی اوسط رفتار

$$= \frac{\text{ع(ل ک)}}{\text{ب ج}} = \frac{\text{رقبہ ب د ج}}{\text{ا}} = \frac{\frac{2}{3}\text{ا}\sqrt{2\text{ما ج ا}}}{\text{ا}} = \frac{2}{3}\sqrt{2\text{ما ج ا}}$$

یعنی اوسط رفتار تہ کی رفتار کی $\frac{2}{3}$ ہوتی ہے۔ نظری اخراج ق ر = ا ل × $\frac{2}{3}\sqrt{2\text{ما ج ا}}$ اور حقیقی اخراج

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\,\text{س ل ا}\sqrt{2\text{ما ج ا}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

اس رقم میں قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ ل اور ا کی مختلف قیمتوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ ایک پتلی تختی کے لیے س کی اوسط قیمت ۰٫۶۲ ہے۔ چونکہ یہ مکمل سمٹاؤ والے منفذوں کی قدر ہوتی ہے۔ اس لیے یہ خیال کیا جاسکتا ہے کہ کٹھنہ کے لیے س کی قیمت زیادہ بڑی درکار ہوگی۔ درحقیقت جیسا شکل ۲۴ میں دکھایا گیا ہے پانی کی سطح کٹھنہ کی طرف گرتی جاتی ہے۔ اور سہولت کی خاطر کٹھنہ کی تہ سے ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمائش کی جاتی ہے۔ مستطیلی کٹھنوں کی عملی مثالیں ناپ تختے، تالابی نکاس چادریں، اور دریائی کٹوے ہیں۔

مندرجہ ذیل طریقہ سے اخراج کو تکملی احصاء کی مدد سے فوراً معلوم کیا جاسکتا ہے:—

دھار کی ایک اُفقی دھجی پر جس کی موٹائی ف ر لا ہے اور جو لا گہرائی پر واقع ہے غور کرو۔

---

[1] فرض کرو کہ ل ک = م = $\sqrt{2\text{ما ج لا}}$ ۔ تب م^2 = ۲ ج لا جو ایک ایسے شلجمی کی مساوات ہے جس کا محور ب ج ہو اور جس کا راس نقطہ ب پر ہو۔

پلیٹ ۳

دھجی کی رفتار $\sqrt{\text{۲ج لا}}$ ہے اور اِس کی تراشِ عمودی کا رقبہ ل × فرلا ہے۔

پس دھجی کا اخراج س ل $\sqrt{\text{۲ج لا}}$. فرلا ہے۔

مجموعی اخراج $\text{خ} = \text{س ل} \sqrt{\text{۲ج}} \int_{0}^{\text{ا}} \text{لا}^{\frac{1}{2}}\ \text{فرلا} = \frac{2}{3}\text{س ل} \sqrt{\text{۲ج}} \times (\text{ا})^{\frac{3}{2}}$ ۔

(۲۸) س کے تغیر کی وجہ کو اس طرح واضح کیا جا سکتا ہے :- فرض کرو کہ ل اور ا دھار کی اور لَ، اَ کٹھنہ کی بالترتیب لمبائی اور عمق ہیں۔ (کٹھنہ سے کچھ ہٹ کر ساکن پانی کی سطح تک اَ کی پیمائش اس وجہ سے کی جاتی ہے کہ پانی کی سطح کٹھنہ کے قریب گر جاتی ہے)۔ رفتار کی قدر کو اکائی مان کر ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ:-

$$\text{دھار کے لیے خ} = \frac{2}{3}\text{ل ا} \sqrt{\text{۲ج و}}$$

$$\text{اور کٹھنہ کے لیے خ} = \frac{2}{3}\text{س لَ اَ} \sqrt{\text{۲ج اَ}} \quad \therefore \text{س} = \frac{\text{ل ا}^{\frac{3}{2}}}{\text{لَ اَ}^{\frac{3}{2}}}$$

لیکن یہ قدر، سمٹاؤ کی عام قدر سے مختلف ہوتی ہے جو $\equiv \frac{\text{دھار کا رقبہ}}{\text{منفذ کا رقبہ}}$

$= \frac{\text{ل} \times \text{ا}}{\text{لَ . اَ}}$ آخر الذکر قدر تقریباً مستقل ہوتی ہے جس کی وجہ سے س میں اختلاف کٹھنہ کے ابعاد کے ساتھ ساتھ ہوتا ہے۔

کٹھنہ میں سے جو دھار خارج ہوتی ہے اس کی تراش بمقابلہ لَ × اَ کے کم ہوتی ہے جس کے اسباب یہ ہیں :- (ا) پانی کی سطح کا گراؤ۔ (ب) تہ کا سمٹاؤ (ج) سرے کے سمٹاؤ۔ دھار کی کمی جو بوجہ (ا) اور (ب) لَ کے متناسب ہوتی ہے۔ اور کمی جو (ج) کی وجہ سے ہوتی ہے اَ کے ساتھ متناسب ہوتی ہے۔ لاول کے مقام پر مسٹر فرانسس نے ایک پتلی تختی میں مستطیلی کٹھنوں سے اخراج کے تجربے کیے۔ ان میں کٹھنہ کی لمبائی ارتفاع کے تین گنے سے کم نہیں تھی اور دریافت کیا کہ دھار کی لمبائی سرے کے دو سمٹاوؤں کا لحاظ رکھ کر (لَ - ۲ء۰ اَ) تھی۔ س × اَ کو چادر پر دھار کی گہرائی مان کر انھوں نے یہ نتیجہ حاصل کیا کہ

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\text{س} (\text{لَ} - \text{۲ء۰ اَ}) \sqrt{\text{۲ج اَ}} \qquad \text{(۱۰)}$$

لاول Lowell ؛ فرانسس Mr. Francis

پلیٹ ۳

مساوات (۱۰) میں مختلف ارتفاعوں اور لمبائیوں کے لیے عام ضابطہ مساوات (۹) سے مقابلہ کرنے سے ظاہر ہے کہ قدر س زیادہ مستقل ہوتی ہے اور اس کی اوسط قیمت ۰٫۶۲ ہے ۔

(۲۹) **مستطیلی منفذ** ——— فرض کرو کہ ل منفذ کی لمبائی ہے اور $ا_۱$ ، $ا_۲$ بالترتیب تہ اور چوٹی کے ارتفاع ہیں (شکل ۲۲) ۔ ان نقاط پر کی رفتاریں $\sqrt{۲ ج ا_۱}$ اور $\sqrt{۲ ج ا_۲}$ ہیں جو بالترتیب ج د اور ع ف سے ظاہر کی جاتی ہیں

اس لیے اوسط نظری رفتار ہوگی $\frac{\text{رقبہ ع ف د ج}}{\text{ع ج}}$

$$= \frac{\frac{۲}{۳} ا_۱ \sqrt{۲ ج ا_۱} - \frac{۲}{۳} ا_۲ \sqrt{۲ ج ا_۲}}{ا_۱ - ا_۲}$$

نظری اخراج ہوگا

$$ق ر = ل (ا_۱ - ا_۲) \frac{\frac{۲}{۳} \sqrt{۲ ج} \left(ا_۱^{\frac{۳}{۲}} - ا_۲^{\frac{۳}{۲}}\right)}{(ا_۱ - ا_۲)}$$

∴ حقیقی اخراج

$$خ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ ج} \left(ا_۱^{\frac{۳}{۲}} - ا_۲^{\frac{۳}{۲}} \right) \quad ...... (۱۱)$$

اگر $ا_۲$ کو صفر کے مساوی رکھا جائے تو ہمیں مستطیلی کھٹنہ کا اخراج معلوم ہوجاتا ہے ۔

جیسا کہ کھٹنہ کی صورت میں ہوتا ہے اور ایسی ہی وجہ سے قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ منفذ کے مختلف ارتفاعوں اور مختلف رقبوں کے لیے مختلف ہوتی ہے ۔ تیز کنارے والے منفذوں کی قیمتیں ۰٫۶۰ سے ۰٫۶۳۲ تک ہوتی ہیں ۔ اور ان کی سب سے زیادہ قیمتیں اُس صورت میں ہوتی ہیں

پلیٹ ۳

جب ارتفاع چھوٹے ہوں۔ قدر کی اوسط قیمت ٫۶۲ ہوتی ہے۔ مستطیلی منفذوں کی عملی مثالیں کتووں، تالاب کے بندوں اور پن تالوں، وغیرہ، میں توموں کے کشادہ رستے ہیں۔

احصاء کی مدد سے اخراج کو بالراست معلوم کیا جاسکتا ہے جیسا کہ کٹھنہ کی صورت میں ہوتا ہے:-

$$خ = س\, ل \sqrt{۲ج} \int_{ا_۲}^{ا_۱} ا^{\frac{1}{2}} \, فرلا = \frac{۲}{۳} س\, ل \sqrt{۲ج} \left(ا_۱^{\frac{۳}{۲}} - ا_۲^{\frac{۳}{۲}} \right)$$

اُس وقت تک کہ بالائی سیل پر آبی ارتفاع منفذ کی اونچائی سے کم نہو یہ عملاً کافی صحیح ہوگا کہ منفذ سے اخراج حل کرنے کے لیے جملہ $خ = س\, ق \sqrt{۲ج ا}$ سے کام لیا جائے اس میں ارتفاع ا کو منفذ کے مرکز تک ناپا جاتا ہے۔ سب سے بڑی خطا اُس وقت ہوسکتی ہے جب $ا_۲ = ۰$ ہو یعنی جب منفذ ایک کٹھنہ کی شکل اختیار کرلیتا ہے۔ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع $۲ا$ ہوتا ہے۔ اس لیے:-

---

[1] مندرجۂ ذیل جدول سے قدر کی تبدیلیوں کا حال ظاہر ہوگا:-

منفذ کے مرکز تک ارتفاع	ارتفاع کا تناسب چوڑائی کے ساتھ (جب کہ چوڑائی ایک فٹ ہو)				
فٹ	۴	۲	۱	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
۰٫۵	۰۰	۰۰	۰۰	٫۶۱۵	٫۶۳۱
۱٫۰	۰۰	۰۰	٫۶۰۱	٫۶۱۷	٫۶۳۲
۲٫۰	۰۰	٫۶۱۸	٫۶۰۴	٫۶۱۷	٫۶۳۰
۳٫۰	٫۶۲۷	٫۶۱۷	٫۶۰۵	٫۶۱۵	٫۶۲۶
۵٫۰	٫۶۲۱	٫۶۱۲	٫۶۰۴	٫۶۱۱	٫۶۲۰
۱۰٫۰	٫۶۰۴	٫۶۰۲	٫۶۰۱	٫۶۰۱	٫۶۰۳
۳۰٫۰	٫۶۰۵	٫۶۰۳	٫۶۰۱	٫۶۰۳	٫۶۰۴
۵۰٫۰	٫۶۰۹	٫۶۰۶	٫۶۰۲	٫۶۰۵	٫۶۰۷

پلیٹ

صحیح اخراج $خ_۱ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} (۲ا)^{\frac{۳}{۲}} = س ل ۲ ا \sqrt{۲ج \frac{۴}{۹} ا}$

$= س ق \sqrt{۲ج \frac{۸}{۹} ا}$ ۔

تقریبی اخراج $خ_۲ = س ق \sqrt{۲ج ا}$

پس اگر قدروں کو دونوں رقوم میں مساوی تصور کریں تو تناسب $\frac{خ_۱}{خ_۲}$

$= \sqrt{\frac{۸}{۹}} = ۰٫۹۴$ ۔ اور بڑی سے بڑی غلطی جو تقریبی ضابطہ کو استعمال کرنے سے حاصل ہوگی وہ ۶ فی صدی ہے ۔

مثال ۱۱ ۔ توموں سے اخراج عموماً یہ فرض کرکے محسوب کیا جاتا ہے کہ اوسط عمق پر کی رفتار، اوسط رفتار ہے ۔ اس طریقہ کو اختیار کرنے سے مکعب فٹ فی دقیقہ میں ایک ایسے توم سے جس کی لمبائی ۴ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو اور جس کا آبی ارتفاع سِل پر ۱۲ فٹ ہو حقیقی اخراج اور محسوب شدہ اخراج میں فرق کیا ہوگا ۔ جب کہ قدر $\frac{۵}{۸}$ مانی گئی ہو ۔ (جامعہ ۱۹۳۴ء) ۔

حقیقی اخراج $خ_۱ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} \left(ا_۱^{\frac{۳}{۲}} - ا_۲^{\frac{۳}{۲}}\right) = \frac{۲}{۳} \times \frac{۵}{۸} \times ۴ \times ۸ \left(۱۲^{\frac{۳}{۲}} - ۱۰^{\frac{۳}{۲}}\right) = ۱۳۲٫۶۱۹$

اوسط عمق پر کی رفتار $\sqrt{۲ج \times ۱۱}$ ہے ۔

تقریبی اخراج $خ_۲ = س ق \sqrt{۲ج \times ۱۱} = \frac{۵}{۸} \times ۸ \times ۸ \sqrt{۱۱} = ۱۳۲٫۶۶۵$

اس لیے ۰٫۰۴۶ مکعب فٹ فی ثانیہ فرق ہوگا ۔ یعنی $۲\frac{۳}{۴}$ مکعب فٹ فی دقیقہ فرق ہوگا ۔

(۳۰) **مستدیر منفذ** ـــــ دائرہ کو متعدد ایسی انتصابی دھجیوں میں تقسیم کرسکتے ہیں جو تقریباً مستطیل ہوں ۔ ہر مستطیل میں اوسط رفتار تقریباً اُس نقطہ پر کی رفتار کے برابر ہوتی ہے جو مستطیل کے نصف عمق پر واقع ہو ۔ یعنی

پلیٹ ۲

دائرے کے ایک اُفقی قطر پر ۔ اس لیے اگر ا دائرہ کے مرکز کا عمق ہو تو اوسط رفتار = $\sqrt{۲ ما ج و}$ تقریباً اور اس لیے

خ = س ق $\sqrt{۲ ما ج ا}$ ....(۱۲)

دائرہ کا محیط سطح کو جب مس کرتا ہو تو اس ضابطہ کو استعمال کرنے سے بڑی سے بڑی غلطی ۴ فی صدی کی ہو سکتی ہے ۔

کسی ایسے منفذ کے متعلق جس کی شکل اُفقی محور کے اوپر اور نیچے متشاکل ہو یہی طریقہ استعمال کیا جا سکتا ہے ۔

مثال (۱۲) ۔ ضابطہ خ = ۳٫۹ ق^۲ $\sqrt{ا}$ کو ثابت کرو۔

جبکہ خ = اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ میں

ق = منفذ کا قطر فٹوں میں

ا = ارتفاع فٹوں میں

پانی کے اُس بہاؤ کے لیے ہیں جو ایک پتلی تختی میں ایک مستدیر منفذ میں سے ہو۔ (جامعہ ۱۹۵۸ء) ۔

خ = س ق $\sqrt{۲ ما ج ا}$ = ۰٫۶۲ × $\frac{۲۲}{۷}$ × $\frac{ق^۲}{۴}$ × $\sqrt{۶۴٫۴ ا}$ = ۰٫۶۲ × $\frac{۲۲}{۷}$ × $\frac{۱}{۴}$ × ق^۲ × $\sqrt{ا}$ ۸

= ۳٫۹ ق^۲ $\sqrt{ا}$

(۳۱) ۔ **مثلثی کٹھنہ** —— اس شکل کے کٹھنہ میں اگر ل چوٹی کی چوڑائی اور ا راس تک کا عمق ہو (شکل ۲۳) تو تناسب $\frac{ل}{ا}$ مختلف ارتفاعوں کے لیے مستقل رہتا ہے اور قدر س میں بہت کم تغیر ہوتا ہے ۔ اس لیے اس شکل کا کٹھنہ چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمائش کے لیے بہت ٹھیک رہتا ہے ۔ تقریبی ضابطہ خ = س ق $\sqrt{۲ ما ج ا}$ سے جہاں ا پانی کی تراش کا مرکزِ جاذبہ تک ارتفاع ہے ۔ نتیجہ میں ۸ فی صدی کی زیادتی ہوتی ہے ۔

مثال (۱۳) ۔ ایک نکاس تختہ میں جو ایک بند پر واقع ہو ایک مثلثی

پلیٹ ۲

کٹھنہ سے اگر اخراج ہو رہا ہو اور کٹھنہ کے دونوں اضلاع مساوی طور پر مائل ہوں اور زاویۂ قائمہ پر ملتے ہوں تو قدر دریافت کرو جب کہ $\text{خ} = \frac{1}{3}\sqrt{\text{و}^{\frac{5}{2}}}$ جہاں و کٹھنہ کی تہ کے اوپر ساکن پانی کا عمق انچوں میں ہے اور خ اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ ہے (جامعہ ۱۹۱۸ء)۔

اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ $\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج ا}}$ ہے۔ جہاں ا پانی کی تراش کا مرکزِ جاذبہ تک فٹوں میں ارتفاع ہے۔ ل = ۲و

$$\text{ا ب ا فٹ} = \frac{1}{12}\times\frac{\text{و}}{3}\,\text{فٹ} = \frac{\text{و}}{36}\,\text{فٹ}$$

$$\text{ق مربع فٹ} = \frac{1}{2}\left(\frac{\text{۲و}}{12}\times\frac{\text{و}}{12}\right) = \frac{\text{و}^2}{144}\,\text{مربع فٹ}$$

$$\therefore\ \text{خ فی دقیقہ} = 60\,\text{س}\,\frac{\text{و}^2}{144}\times\sqrt{8\,\frac{\text{و}}{36}} = \frac{5}{3}\,\text{س}\sqrt{\frac{\text{و}^5}{3}}$$

سوال کی رو سے $\text{خ} = \frac{1}{3}\sqrt{\text{و}^5}\ \therefore\ \frac{5}{3}\,\text{س} = 1\ \therefore\ \text{س} = 0.60$

(۳۲) ایک مثلثی کٹھنہ کا حقیقی اخراج مندرجۂ ذیل طریقہ سے معلوم ہو سکتا ہے:۔ سطح کے نیچے لا پر سیالی تاروں[ل] کی ایک افقی پرت پر غور کرو (شکل ۲۳)۔ فرض کرو کہ پرت کی لمبائی ما اور اس کا عمق فرلا ہے۔

$$\frac{\text{ما}}{\text{ل}} = \frac{\text{و} - \text{لا}}{\text{و}}$$

پرت کی رفتار $= \sqrt{\text{۲ج لا}}$ ۔ اس کی آڑی تراش کا رقبہ $= \text{ما} \times \text{فرلا}$

$$\therefore\ \text{پرت کا اخراج} = \text{س ما فرلا}\sqrt{\text{۲ج لا}} = \text{س}\,\frac{\text{ل}}{\text{و}}\sqrt{\text{۲ج}}\left(\text{و}\sqrt{\text{لا}} - \text{لا}\sqrt{\text{لا}}\right)\text{فرلا}$$

$$\therefore\ \text{کٹھنہ کا پورا اخراج} = \text{س}\sqrt{\text{۲ج}}\,\frac{\text{ل}}{\text{و}}\int_0^{\text{و}}\left(\text{و}\sqrt{\text{لا}} - \text{لا}\sqrt{\text{لا}}\right)\text{فرلا}$$

$$= \text{س}\sqrt{\text{۲ج}}\,\frac{\text{ل}}{\text{و}}\left(\frac{2}{3}\,\text{و}^{\frac{5}{2}} - \frac{2}{5}\,\text{و}^{\frac{5}{2}}\right)$$

$$\text{یعنی}\ \text{خ} = \frac{4}{15}\,\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}\times(\text{و})^{\frac{3}{2}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ (13)$$

$$\text{تقریبی ضابطہ سے}\ \text{خ} = \text{س}\,\frac{\text{ل و}}{2}\sqrt{\text{۲ج}\,\frac{\text{و}}{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}\,\text{س ل}\sqrt{\text{۲ج}}\,(\text{و})^{\frac{3}{2}}$$

[ل] Filaments

پلیٹ ۳

$$\therefore \frac{\text{تقریبی اخراج}}{\text{حقیقی اخراج}} = \frac{۱}{۳\frac{۱}{۲}} \div \frac{۴}{۱۵} = \frac{۲۸۹}{۲۶۷} = ۱٫۰۸$$

(۳۳) رفتارِ آمد —— اگر کسی پانی میں جو کٹھنہ یا منفذ میں سے جاری ہو رفتارِ آمد ہو جیسا کہ اُن ندیوں یا دریاؤں کی صورت میں ہوتا ہے جو چادروں یا کٹوں پر سے بہتے ہیں، تو یہ رفتار (جو اخراج کو زیادہ کرنے میں مدد دیتی ہے) اس طرح حل کی جا سکتی ہے کہ اُس ارتفاع کو جس کی وجہ سے رفتارِ آمد پیدا ہوتی ہے فرض کر لیا جائے اور حقیقی ارتفاع میں جمع کر دیا جائے - ایک مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو اور فرض کرو کہ $ر_و$ آمد کی رفتار ہے - اور اس رفتار کو پیدا کرنے میں جس ارتفاع $ل_و$ کی ضرورت ہوتی ہے وہ $\frac{ر_و^۲}{۲ج}$ کے مساوی ہے - لہٰذا ا ارتفاع کا مستطیلی کٹھنہ تقریباً ایک مستطیلی منفذ ہو جاتا ہے (شکل ۲۴) جس کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع $(ل + ل_و)$ اور $ل_و$ ہیں - پس

$$خ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} \left\{ (ل + ل_و)^{\frac{۳}{۲}} - ل_و^{\frac{۳}{۲}} \right\} \quad \ldots\ldots (۱۴)$$

ایک دریا پر چادر کی تعمیر سے چادر کے ٹھیک اُوپر پانی کی تراش میں اضافہ ہو جاتا ہے - جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتارِ آمد ندی کی طبعی رفتار سے کم ہو جاتی ہے -

فرض کرو کہ ق طبعی تراش اور ر رفتار ہے -

اور $ق_و$ چادر کے ٹھیک اُوپر کی تراش اور $ر_و$ رفتار ہے -

تب مساوات (۴) کی رُو سے $ر_و ق_و = ر ق \quad \therefore ر_و = ر\frac{ق}{ق_و}$

مثال (۱۴) - ایک پتلی تختی میں جس کی چوڑائی ۶ فٹ ہو ارتفاع ۸ انچ ہو اور رفتارِ آمد ۲ میل فی گھنٹہ ہو ایک مستطیلی منفذ سے اخراج فی دقیقہ کیا ہوگا - (جامعہ ۱۸۷۷ء) -

پلیٹ ۴

رر = ۵۲۸۰×۲ / ۶۰×۶۰ = ۲٫۹۳ فٹ فی ثانیہ، لر = (۲٫۹۳)² / ۶۴ = ۰٫۱۳ فٹ

خ = ۲/۳ س ل √۲ج {(ا + لر)^(۳/۲) − لر^(۳/۲)} جہاں س = ۰٫۶۲ = ۵/۸

ل = ۶، ا = ۰٫۶۷، لر = ۰٫۱۳

∴ خ = ۲/۳ × ۵/۸ × ۶ × ۸ {(۰٫۸۰)^(۳/۲) − (۰٫۱۳)^(۳/۲)} = ۲۰ × ۰٫۶۶۷ = ۴۰/۳

∴ اخراج فی دقیقہ = ۴۰×۶۰ / ۳ = ۸۰۰ مکعب فٹ

(۳۴) غرقاب منفذ ــــ فرض کرو کہ ا۱، ا۲ (شکل ۲۵) منفذ کے دونوں طرف کے ارتفاع ہوں جو مختلف سمتوں میں اخراج پیدا کرتے ہوں ۔ موثر ارتفاع (ا۱ ۔ ا۲) ہے جو منفذ کے اوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق ہے ۔ اگر اس ارتفاع کو ا اور توم کے رقبہ کو ق مانیں تو

خ = س ق √۲ج ا . . . . (۱۵)

اس کا ثبوت مندرجۂ ذیل ہے :ــ

فرض کرو کہ ب ج (شکل ۲۶) ایک ابتدائی سیالی تار ہے اور اور نقطہ ب پر کی رفتار بے معلوم طور پر کم ہے تو اس ترقیم سے جو شکل میں دکھائی گئی ہے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں :ــ

نقطہ ب پر ارتفاع ا۱، دباؤ π + و ا۱ اور رفتار صفر ہے ۔

نقطہ ج پر " ا۲، " π + و ا۲ اور " ر ہے ۔

∴ ر²/۲ج + (π + و ا۲)/و ـ ا۲ = ۰ + (π + و ا۱)/و = ا۱

∴ ر²/۲ج = ا۱ ـ ا۲ = ا

(۳۵) قدرے ڈوبا ہوا منفذ ــــ فرض کرو کہ ا منفذ کے

پلیٹ ۳

اُوپر اور نیچے والے پانی کے ارتفاعوں کا فرق ہے (شکل نمبر ۲۷) اور $ک_1$ اور $ک_2$ بالترتیب منفذ کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع ہیں ۔ اخراج دو حصوں میں منقسم ہو سکتا ہے۔ یعنی $خ_1$ ایک مفرد مستطیلی منفذ سے جاری ہے ۔ جس کی گہرائی $(ک - ک_2)$ ہے اور $خ_2$ ایک ایسے ڈوبے ہوئے منفذ سے جاری ہے جس کا ارتفاع $(ک_1 - ک)$ ہے۔

$$خ_1 = \frac{2}{3} س ل \sqrt{2ج} \left(ک^{\frac{3}{2}} - ک_2^{\frac{3}{2}} \right)$$

$$خ_2 = س ل (ک_1 - ک) \sqrt{2ج ک}$$

اگر ان صورتوں میں قدر $س$ کی ایک ہی قیمت مانی جائے تو

$$خ = س ل \sqrt{2ج} \left\{ \frac{2}{3} \left(ک^{\frac{3}{2}} - ک_2^{\frac{3}{2}} \right) + (ک_1 - ک) ک^{\frac{1}{2}} \right\} \ldots (16)$$

(۳۶) **غرقاب کٹھنہ** ـــــ فرض کرو کہ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع $ک_1$ ہے (شکل نمبر ۲۸) اور پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق $ک$ ہے ۔

$$خ_1 = \frac{2}{3} س ل ک \sqrt{2ج ک}$$

$$خ_2 = س ل (ک_1 - ک) \sqrt{2ج ک}$$

$$\therefore خ = س ل \sqrt{2ج ک} \left(ک_1 - ک + \frac{2}{3} ک \right) = س ل \sqrt{2ج ک} \left(ک_1 - \frac{ک}{3} \right) \ldots (17)$$

اس میں منفذ کے دونوں حصوں کے لیے ایک ہی قدر مانی گئی ہے ۔

(۳۷) **مہنالیں** ـــــ متسع مہنالوں کی وجہ سے جو اخراج بڑھ جاتا ہے اس کو کلیۂ برنولی کی مدد سے واضح کر سکتے ہیں ۔ فرض کرو کہ ایک اُفقی نلی میں جس کے اندر پانی کا بہاؤ برقرار ہے ۔ بتدریج پھیلاؤ ہوتا جاتا ہے تو رفتار میں بتدریج کمی واقع ہوتی ہے ۔ لیکن مساوات (۸) کی رو سے $\frac{ر^2}{2ج} + \frac{د}{ث} + ظ$ مستقل ہے اور ظ بھی مستقل ہے ۔ اس لیے رفتار کی کمی کے ساتھ ساتھ دباؤ بڑھتا جاتا ہے ۔ اگر نل میں تدریجی سمٹاؤ ہو تو رفتار میں اضافہ

پلیٹ ۴

اور دباؤ میں کمی ہوتی جاتی ہے - ہم نے یہ تدریجی بڑھاؤ یا گھٹاؤ اس وجہ سے کہا ہے کہ رفتار میں دفعتہً کوئی تغیر پیدا نہ ہو اور اس وجہ سے صدمہ سے توانائی میں نقصان نہ ہو۔

ورید منقبض (سمٹی ہوئی رگ) کی شکل کی مہنال کو تو جس کے اطراف مخروطی شکل میں پھیلتے جائیں اور استوانی صورت میں ختم ہوں تاکہ دھار کے تار متوازی نکلیں (شکل ۲۹) -

فرض کرو کہ ق، ر، د سب سے چھوٹی تراش ج پر بالترتیب رقبہ، رفتار اور دباؤ ہیں - اور $ق_1$، $ر_1$، $د_1$ بیرونی نقطہ د پر ان کی متناظر مقداریں ہیں - ایک ریشہ ب ج د پر غور کرو -

ب پر رفتار صفر، دباؤ $\Pi + و\,ا_0$ اور ارتفاع $ا_0$ ہے -
ج پر " ر، " د، " " ا ہے -
د پر " $ر_1$ " $د_1$ " " ا ہے -

چنانچہ
$$0 + \frac{\Pi + و\,ا_0}{و} - ا_0 = \frac{ر^2}{2ج} + \frac{د}{و} - ا = \frac{ر_1^2}{2ج} + \frac{د_1}{و} - ا$$

$$\therefore \frac{\Pi}{و} + ا = \frac{ر^2}{2ج} + \frac{د}{و} = \frac{ر_1^2}{2ج} + \frac{د_1}{و} \quad \cdots\cdots (18)$$

اگر دھار کا اخراج ہوا میں ہوتا ہو تو $د_1 = \Pi$ اس لیے $ا = \frac{ر_1^2}{2ج}$

یا رگڑ کا لحاظ کرتے ہوئے $ر_1 = س\sqrt{2ج\,ا}$ $\therefore خ = ۰،۹۶\,ق_1\sqrt{2ج\,ا}$

پس معلوم ہوا کہ اخراج ج پر کی تراش پر منحصر نہیں ہوتا ہم اس تراش کو جتنا چاہیں کم کر سکتے ہیں - بشرطیکہ ج پر کی رفتار اتنی زیادہ نہ ہو جائے کہ جس سے دباؤ صفر کے نیچے گر جائے - اگر ایسا ہو جائے تو پانی کا دباؤ تناؤ کی صورت اختیار کر لیتا ہے، اور بہاؤ کا تسلسل ناممکن ہو جاتا ہے اور نقطہ د پر مہنال میں بھرپور پانی نہیں چل سکتا۔ اگر د

پلیٹ ۴

کو صفر مان لیا جائے تو ہمیں مساوات (۱۸) کی رو سے $\frac{پ}{و} + ا = \frac{ر^2}{۲ج} + ۰$

لیکن $\frac{پ}{و}$ مساوی ہے ۳۴ فٹ پانی کے ارتفاع کے $\therefore ر = \sqrt{۲ج(ا+۳۴)}$

$$اور\ خ = ق \sqrt{۲ج(ا+۳۴)} \quad \ldots\ldots (۱۹)$$

اس لیے زیادہ سے زیادہ اخراج وہ نظری اخراج ہے جو ارتفاع ا کے نیچے تراش ق کے ایک منفذ سے خلاء میں ہوتا ہو۔

عملاً زیادہ سے زیادہ اخراج اتنا بڑا نہیں ہوسکتا جتنا کہ یہ، وجہ یہ ہے کہ ہوا کے ذرات جو پانی میں معلق ہوتے ہیں آزاد ہوجاتے ہیں اور قبل اس کے کہ ج پر کا دباؤ صفر تک گر جائے بہاؤ کے تسلسل کو روک دینگے۔

استوانہ نما اور مستدق جہنالوں میں اندرونی منفذ پر دفعۃً سمٹاؤ ہوتا ہے اور اس کے ساتھ ہی پھیلاؤ ہوتا ہے جو نلی کو پُر کردیتا ہے اور اس وجہ سے توانائی کا نقصان ہوتا ہے جو رفتار کی قدر کو کم کردیتا ہے گو نلی کے بیرونی منفذ پر پانی بھرپور چلتا ہے اور سمٹاؤ کی قدر اکائی کے مساوی ہوتی ہے۔

مثال (۱۵)۔ ایک مبتع مخروطی جہنال کا بیرونی رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔ سب سے چھوٹی آڑی تراشش کا جہاں جہنال کا پانی بھرپور چل سکے نظری رقبہ دریافت کرو جب کہ (۱) پانی کا ارتفاع ۲ فٹ ہو (۲) پانی کا ارتفاع ۱۵ فٹ ہو دیکھو شکل ۲۹۔

(۱) نقطہ د پر رفتار $\sqrt{۲ج \times ۲}$ اور رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔

نقطہ ج پر " $\sqrt{۲ج(۳۴+۲)}$ " ق " " " ۔

$\therefore ق \sqrt{۲ج \times ۳۶} = ۴\sqrt{۲ج \times ۲} \quad \therefore ق = ۰٫۹۴$ مربع انچ

(۲) $ق \sqrt{۲ج \times ۴۹} = ۴\sqrt{۲ج \times ۱۵} \quad \therefore ق = ۲٫۲۱$ " "

(۳۸) اندرونی استوانہ نما نلی

—— اس صورت میں قدر کو نظری طور پر قائم کرسکتے ہیں۔ نلی کو اندر کی طرف اتنے فاصلے تک نکلا ہوا رکھو کہ

پلیٹ۴

دھار بیرونی منفذ کے باہر صاف جست کرکے نکل آئے ۔ تب نقاط ب اور ج پر رفتار (شکل ۳) تقریباً صفر ہوگی اور اِن نقاط پر دباؤ ماسکونی دباؤ ہونگے جو ب اور ج کے عمقوں کی وجہ سے پیدا ہونگے ۔ فرض کرو کہ ق، ق۱ بالترتیب منفذ اور دھار کے رقبے ہیں اور فرض کرو کہ اُس سیال کی کمیت جو ہ اور د کی درمیانی فضاء میں موجود ہے ایک خفیف وقفہ و کے بعد ہ۱ ہ۱ اور ع کی درمیانی فضاء میں منتقل ہوجاتا ہے ۔

برتن کے پہلوؤں کے ماسکونی دباؤ سوائے منفذ کے مقابل کے ہر جگہ آپس میں متوازن ہوتے ہیں ۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ایسی دھار کی تراشش پر ہوتا ہے جس کا رقبہ منفذ کے رقبہ کے مساوی ہوتا ہے اور پانی کی آزاد سطح پر بھی اپنا عمل کرتا ہے ۔ اس لیے اُفقی دباؤ و ا ق ایسا ہے جو بغیر توازن کے ہے ۔ وقت و میں اس کا دھکا یعنی و ا ق و مساوی ہونا چاہیے اُس تغیر کے جو متحرک کمیت کے اُفقی معیارِ اثر میں ہو ۔ چونکہ حرکت مستقل ہے اس لیے ہ ہ اور د کے درمیان کوئی ایسا تغیر نہیں ہوتا اور ہ ہ اور ہ۱ ہ۱ کے درمیان کوئی اُفقی معیارِ اثر نہیں اس لیے تمام تغیر نقاط د اور ع کے درمیان معیارِ اثر میں واقع ہوتا ہے ۔

فضاء کا حجم = ق۱ رو ۔ مائع کی کمیت = $\frac{\text{و ق۱ ر و}}{\text{ج}}$

معیارِ اثر = $\frac{\text{و ق۱ ر و}}{\text{ج}}$ ۔

∴ و ا ق و = $\frac{\text{و ق۱ ر۲ و}}{\text{ج}}$ ∴ $\frac{\text{ق۱}}{\text{ق}} = \frac{\text{ج ا}}{\text{ر۲}} = \frac{\text{ج ا}}{\text{۲ ج ا}} = \frac{1}{2}$

لیکن $\frac{\text{ق۱}}{\text{ق}}$ = س س اس لیے رگڑ کو نظرانداز کرتے ہوئے س س = ۰٫۵

بہترین تجربوں سے س س = ۰٫۵۲ حاصل ہوتا ہے ۔

باب سوم پر مثالیں

(۱) ایک منفذ کی لمبائی ۲ ۹ اور گہرائی ۶ ہے اگر اس کے اوپر کا کنارہ پانی کی سطح کے ۳ نیچے ہو تو مکعب فٹ فی دقیقہ میں اس منفذ کا اخراج معلوم کرو (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۳۱۸ مکعب فٹ۔

(۲) اگر ایک ایسے حوض کے پہلو میں جس میں تہ کے اوپر پانی کا مستقل ارتفاع ا ہو ایک مستطیلی کٹھنہ جس کی چوڑائی ل ہو کاٹ دیا جائے تو ثابت کرو کہ نظری اخراج (سمٹاؤ کو نظر انداز کرتے ہوئے) $\frac{2}{3}$ ل ا $\sqrt{2 ج ا}$ ہوگا۔ اور اوسط رفتار $\frac{2}{3}$ $\sqrt{2 ج ا}$ اور اوسط ارتفاع $\frac{4}{9}$ ا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۸۳ء)۔

(۳) اگر یہ معلوم ہو جائے کہ ۳۸۱ مکعب فٹ پانی ایک مستطیلی کٹھنہ سے جس کی چوڑائی ۱۰ فٹ اور ارتفاع ۱۰ انچ ہو ۱۵ ثانیے میں گذارا جا سکتا ہے تو بتاؤ کہ قدر کی قیمت کیا ہوگی (جامعہ ۱۸۸۰ء)۔ جواب ۶۳ء۔

(۴) ضابطہ ا = س $\sqrt[3]{\left(\frac{خ}{ل}\right)^2}$ میں قدر س کی قیمت دریافت کرو جب کہ خ حقیقی اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ ہے اور ایک پتلی تختی کے مستطیلی کٹھنہ سے ہوتا ہے۔ ل فٹوں میں کٹھنہ کا طول ہے اور ا کٹھنہ کے اوج کے اوپر ساکن پانی کا ارتفاع انچوں میں ہے (جامعہ ۱۸۸۷ء) جواب ۴ء۵۔

(۵) یہ مان کر کہ پانی کی اوسط رفتار جب کہ پانی ایک ایسے مستطیلی خانہ سے خارج ہو رہا ہو جو ایک خزانۂ آب کے انتصابی پہلو میں واقع ہے تہ کی رفتار کی $\frac{2}{3}$ گنی ہے تو ایک ایسے ڈوبے ہوئے کٹھنہ کے اوپر اخراج کے لیے ضابطہ دریافت کرو جب کہ پانی سطحی رفتار ر سے پہنچتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۴ء)۔

(۶) مندرجۂ ذیل اصطلاحوں کی تشریح کرو:- آمد کا ارتفاع، آمد کی رفتار، اور یہ بھی بتاؤ کہ آمد کی رفتار سے ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج کے جملہ میں کیا تبدیلی ہوتی ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

(۷) (ا) ایک پتلی تختی کے ایک مستطیل منفذ میں جس کا عرض ۴ فٹ اور

بلندی ۳ فٹ دونوں طرف پانی کی سطحیں منفذ کے نچلے کنارے کے اوپر بالترتیب ۳ فٹ ۹ انچ اور ۴ فٹ ۳ انچ ہیں ۔ اخراج کا تخمینہ کرو۔ جواب ۴۲،۴ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(ب) اگر پانی کی رفتارِ آمد ۵ فٹ فی ثانیہ ہو تو بتاؤ کہ اخراج میں کتنی زیادتی ہوجائیگی ۔ جواب ۔ ۱۴،۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(ج) اُس صورت میں اخراج کا اندازہ لگاؤ جب کہ پانی کی بلندیاں بالترتیب ۲ فٹ ۹ انچ اور ۲ فٹ ۶ انچ پر ہیں اور رفتارِ آمد کچھ نہ ہو۔ جواب ۔ ۲۶،۶ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۸) ایک کھٹنہ قائمۃ الزاویہ مثلث کی شکل کا ہے ۔ اس کے اخراج کا تخمینہ لگاؤ جب کہ کھٹنہ کی چوڑائی پانی کی سطح پر ۱۵ انچ ہو۔ جواب ۔ ۰،۸۷ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۹) کلیۂ برنولی[1] کو ثابت کرو ۔ اس سے یہ بھی ثابت کرو کہ موثر ارتفاع جو ایک ایسے ریلوے پشتہ کی آب راہ (Waterway) میں سے پانی کو خارج کرتا ہے جو ایک تالاب پر بنایا گیا ہے وہ فرق ہے جو پُشتہ کی دونوں طرف پانی کی سطحوں کے لیول کے درمیان ہے (جامعہ ۱۹۰۸ء)۔

(۱۰) ایک آہنی چادر کے حوض میں جس کی چادر ⅜ انچ موٹی ہے ایک طرف ایک قائمہ زاویہ مثلثی کھٹنہ ہے جس کا راس اوپر وار ہو اور جس کا اُفقی قاعدہ ۱ فٹ چوڑا پانی کی سطح کے نیچے ۴ فٹ ۴ انچ پر واقع ہے ۔ اور دوسری دونوں طرف مستدیر منفذ ہیں جن کا قطر ۶ انچ اور جن کے مرکز ۹ فٹ پانی کی سطح کے نیچے ہیں ۔ ان میں سے ایک کی بیرونی طرف ایک نلی جس کی لمبائی ایک فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے لگا دی گئی ہے اور دوسرے کی اندرونی طرف ایک ایسی ہی نلی لگا دی گئی ہے ۔ ہر سوراخ سے کتنا کتنا اخراج ہوگا۔ حوض میں پانی کی بلندی کو مستقل رکھنے کے لیے کس قدر پانی کی مقدار

---

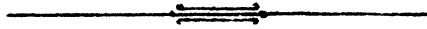
[1] Bernoulli

ضروری ہوگی؟ (جامعہ سنہ ۱۹۳۳ء) جواب (۱) ۲٫۵۳ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۲) ۳٫۸۷ " " "

(۳) ۲٫۴۵ " " "

(۴) ۸٫۸۵ " " "

باب چہارم

سُوراخوں اور کٹھنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

مضامین

(۳۹) جو کچھ پہلے بابوں میں بیان کیا جاچکا ہے اس سے ہم اُن تمام عملی صورتوں کے متعلق جو عموماً پیش آتی رہتی ہیں بحث کر سکتے ہیں۔ مشکل صرف یہ ہوتی

پلیٹ ۴

ہے کہ کونسی موزوں قدر تجویز کی جائے ۔ پتلی تختی سے اخراج کی قدر یقیناً کچھ صحت کے ساتھ معلوم ہے ۔ لیکن سوائے چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمائش کے اور تمام اخراج عملاً ایسے پختہ کاموں میں سے گذرتے رہتے ہیں جن کی تعمیر متفرق قسم کی ہوتی ہے اور اس لیے یہ ناممکن ہوجاتا ہے کہ ایسی قدروں کا تعین ہوسکے جو ہمیشہ ایک ہی قسم کے کام کے لیے موزوں ہوں ۔

(۴۰) تالاب کی نکاس چادریں ـــــ کسی تالاب کی بچت نکاسی چادر،

نکاس چادر، نکاس یا کالنگولا[1] سب میں ایک پختہ دیوار ہوتی ہے جو بند کے طول کے ایک حصہ میں تعمیر کی جاتی ہے لیکن یہ اس بند سے بہت پست لیول پر ہوتی ہیں ۔ دیوار کا رُوکار چوٹی پر اُفقی ہوتا ہے ۔ اور یہ پختہ دیوار سروں پر انتصابی پہلو دیواروں سے محدود ہوتی ہے جو بند کے مٹی کے کام کو سہارے رہتی ہیں ۔ چادر کا اوپر کا حصہ یعنی چوٹی ½ ا فٹ سے ۳ فٹ تک چوڑی ہوتی ہے اور عموماً تالاب کی طرف سے کسی قدر چڑھواں ڈھال کی ہوتی ہے ۔ چادر کی چوٹی کی سطح کو پُر تالاب لیول کی سطح کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (پ ۔ ت ۔ ل) ۔ چادر اس قدر طول کی بنائی جاتی ہے کہ وہ تالاب کی [illegible] سے زیادہ درآمد کو بھی چادر کی چوٹی پر ایک معینہ عمق رکھ کر خارج کرسکے ۔ چادر پر یہ عمق یا ارتفاع بالعموم ۲ سے ۴ فٹ تک ہوتا ہے اور اس ارتفاع پر سطحی لیول کو اعظم آبی لیول کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (ا، آ، ل) ۔ بند کی اونچائی پانی کے اعظم آبی لیول (ا، آ، ل) کے اوپر ۳ فٹ سے کم نہیں ہوتی ۔ تالاب کے پانی کی درآمد کا تعین اُس کے فراہمی بھرے یا پن بہاؤ رقبہ سے کیا جاتا ہے ۔ اور اُس اعظم بارش کے ذریعہ ہوتا ہے جس کو مشاہدہ یہ بتاتا ہو کہ ایک معینہ وقت مثلاً ۲۴ گھنٹے میں اس رقبہ پر یہ بارش ہوسکتی ہے ۔ اس بارش کی ایک خاص مقدار جس کا انحصار مٹی (Soil) کی نوعیت اور زمین کے ڈھال پر ہوتا ہے تالاب میں بہ جائیگی اور اگر یہ مان لیا جائے کہ بارش کے شروع ہونے کے وقت تالاب بھرا ہوا ہو تو یہی وہ اعظم اخراج ہوگا

[1] Kalingula

جسے ایک معینہ ارتفاع کے تحت چادر کو گذارنا چاہیے ۔ چونکہ سب سے زیادہ بارش جزوی طور پر ہوتی ہے اس لیے اخراج جو مقرر کیا جاتا ہے وہ فراہمی مجرے کے رقبہ کے ساتھ بالراست متناسب نہیں ہوتا ۔ عموماً جنوبی ہندوستان میں رایوز (Ryves) کا امتحانی ضابطہ $خ = س\, م^{\frac{2}{3}}$ مستعمل ہوتا ہے جہاں م مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س مقامی قدر ہے جس کی قیمت ۴۵۰ سے ۶۵۰ تک ہوتی ہے ۔ ڈِکنس (Dickens) کا ضابطہ $خ = س \times م^{\frac{3}{4}}$ بھی بعض اوقات استعمال کیا جاتا ہے ۔

تالاب کی چادر کا اخراج وہ ہوتا ہے جو ایک مستطیلی کٹھنہ سے ہو ۔ یعنی $خ = \frac{2}{3} س\, ل\, ا^{\frac{3}{2}} \sqrt{2ج}$ ۔ سطح آب چادر کے اُوپر تھوڑے فاصلہ تک چادر کی جانب گرتی ہے اس لیے ارتفاع کی پیمائش ساکن پانی کی سطح سے کرنی چاہیے ۔ اس لیے ایک انتصابی پنسال پہلو دیوار سے چسپاں کردی جاتی ہے ۔ جس کا فاصلہ دیوار کی چوٹی کے سامنے کے رُخ سے اگر دیکھا جائے تو چند فٹ ہوتا ہے ۔ ابھی تک قدر س کی قیمت کافی صحت کے ساتھ نہیں حاصل کی گئی ہے ۔ اس کا تغیر ارتفاع کے ساتھ چادر کی چوٹی کے طول اور اس کی موٹائی اور چادر کے سامنے کے پانی کی گہرائی کے ساتھ متناسب ہوتا ہے ۔ ایک پتلے کنارہ کے لیے س کی قیمت کی تبدیلی تقریباً ۶۶ء سے ۵۹ء تک ہوتی ہے جس کا اِنحصار طول اور ارتفاع کی تبدیلیوں پر ہوتا ہے ۔ کاسٹل (Castel) اور بلیک ول (Blackwell) کے جوڑ نالوں[۱] اور پ[illegible] چوٹی کی چادروں کے تجربات سے اوسط قدر کی قیمت بالترتیب ۵۳ء اور ۵۱ء معلوم ہوئی ہے ۔ ایسے تجربات صرف چھوٹے پیمانہ پر کیے گئے تھے اور بظاہر یہ ممکن ہے کہ تالابوں اور دریاؤں کی بڑی بڑی چادروں کے لیے قدروں کی قیمتیں زیادہ ہوتی ہوں ۔ پروفیسر اَنوِن[۲] (Unwin) نے نظریہ کی رُو سے ۶۷۵ء یا $\frac{1}{۱ء۴۸}$ قیمت تجویز کی ہے اور یہی قیمت آیندہ مثالوں میں استعمال کی جائیگی ۔

[۱] کاسٹل کے "جوڑ نالے" وہ مختصر نالے یا آب انداز تھے جن کی تراشش کٹھنہ کے برابر تھی اور جو کٹھنہ کے باہر بنا دیے گئے تھے ۔

[۲] اِنسائیکلو پیڈیا برٹانیکا ، نواں ایڈیشن ، مضمون مامیکانیات ۔

پلیٹ ۴

یہ قیمت لاول (Lowell) کے ماقوائی تجربات کے نتائج سے بخوبی ملتی جلتی ہے (دیکھو نوٹ دفعہ ۴۱) - اس طرح پر ضابطہ کی شکل یہ ہو جاتی ہے:-

$$خ = \frac{۲}{۳} \times \frac{۱}{۳\frac{۱}{۲}} \times ۸ ل ا^{\frac{۳}{۲}} = ۳٫۱ ل ا^{\frac{۳}{۲}} \text{......(۴۰)}$$

مثال (۱۶) - ایک چھوٹے سے فراہمی مجرے کے ہر مربع میل کے لیے ایک تالاب کی چادر کا کیا طول ہونا چاہیے تاکہ ایک انچ فی گھنٹہ نزولِ باراں کو جس کا ۶۰ فی صدی تالاب میں پہونچتا ہو گذر سکے - اس میں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ تالاب بھرا ہوا ہے اور ہر ایک مربع میل سے آبی رسد یکساں آتی ہے اور چادر کی چوٹی پر ساکن پانی کی بلندی ۴ فٹ ہے - (جامعہ ۱۹۳۰ء)-

بارش فی مربع میل فی گھنٹہ $= ۵۲۸۰ \times ۵۲۸۰ \times \frac{۱}{۱۲}$ مکعب فٹ -

$$\therefore \text{فراہمی مجرے کے فی مربع میل کا اخراج فی ثانیہ} = \left(\frac{۶۰}{۱۰۰}\right) \frac{(۵۲۸۰)^۲}{(۶۰)^۲ \times ۱۲}$$

$= ۳۸۷٫۲$ مکعب فٹ

$خ = ۳٫۱ ل ا^{\frac{۳}{۲}}$ یہاں $خ = ۳۸۷٫۲$، اور $ا = ۴$ فٹ $\therefore ل = ۱۵٫۷$ فٹ

پس اگر بہن بہاؤ رقبہ ۱۰ مربع میل ہو تو چادر کا طول ۱۵۷ فٹ ہوگا۔

(۴۲) چوڑی ڈھلواں چوٹیوں کی چادریں — فرض کرو

کہ چادر کی چوٹی (شکل ۱۳) گول کر دی گئی ہے تاکہ سمتاؤ دب جائے۔ اگر چوٹی پر مجموعی ارتفاع ا ہو جس کی پیمائش چوٹی کے مرکز کے ساکن پانی کی سطح تک کی گئی ہو۔ اور ب ج کوئی ایسا ریشہ ہو جو ساکن پانی سے چوٹی کے مرکز تک پہنچتا ہو اور $ا_۱$، $ا_۲$ نقاط ب اور ج پر ارتفاع ہوں، اور چادر کے مرکز پر پانی کا ارتفاع $ا_۳$ ہو، اور ج پر پانی کی گہرائی ظ ہو تو،

نقطہ ب پر، ارتفاع $ا_۱$، دباؤ و $ا_۱$، اور رفتار صفر ہے -

نقطہ ج پر، " $ا_۲$، " و ظ " " ر ہے۔

ملہ Kalingula

پلیٹ ۴

$$\therefore \frac{ر^۲}{۲ج} + \frac{د_ظ}{و} - ا_۲ = ۰ + \frac{د_۱}{و} - ا_۱$$

$$\therefore \frac{ر^۲}{۲ج} = ا_۲ - ظ = ا - لا$$

$$\therefore ر = \sqrt{۲ج(ا - لا)}$$ اس لیے اگر ل چادر کا طول ہو تو

$$خ = ل لا \sqrt{۲ج(ا - لا)}$$

اگر لا = ۰ تو خ = ۰ اور اگر لا = ا تو خ = ۰ ۔ اس لیے صفر اور ا، لا کی ایک خاص قیمت کے لیے خ کی اعظم قیمت ہوگی۔

$$خ = ل \sqrt{۲ج} \{لا(ا - لا)^{\frac{۱}{۲}}\}،$$

$$\frac{فخ}{فلا} = ل \sqrt{۲ج} \left\{ -\frac{\frac{لا}{۲}}{\sqrt{ا - لا}} + \sqrt{ا - لا} \right\} = ۰$$

$$\therefore -لا + ۲(ا - لا) = ۰$$

$$\therefore لا = \frac{۲}{۳} ا$$

$$اس لیے خ = \frac{۲}{۳} ل ا \sqrt{۲ج \frac{ا}{۳}} = ۰٫۳۸۵ ل ا \sqrt{۲ج ا} \quad .....(۲۱)$$

تجربہ[1] سے اصلی اخراج اس اعظم قیمت کے تقریباً مساوی ہوتا ہے۔ چادر کا معمولی ضابطہ $خ = \frac{۲}{۳} س ل ا \sqrt{۲ج ا}$ اس لیے چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے س کی قیمت تقریباً $\frac{۳}{۲} \times ۰٫۳۸۵ = ۰٫۵۷۷ = \frac{۱}{\sqrt{۳}}$ کے برابر ہوگی۔

---

[1] لاول کے تجربوں سے س = ۵۶۳ء ، اُن چادروں کے لیے ہے جن کی چوٹیاں ۳ فٹ چوڑی ہوں اور دبے سمٹاؤ ہوں اور آبی ارتفاع ۶ سے ۱۸ انچ تک ہوں۔

پلیٹ ۴

(۴۲) - تالاب کی غرقاب چادریں

—— اگر چوٹی پست ہو اور نکاس نالا محدود ہو تو عقبی پانی بعض اوقات چادر کی چوٹی کے اُوپر چڑھ جائیگا۔ یہ صورت ایک غرقاب کٹھنہ کی ہوجاتی ہے جس کا اخراج مساوات (۱۷) سے حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ منفذ اور کٹھنہ کے کشادہ حصوں کی قدریں ایک ہی ہوں۔ لیکن بڑی چادروں[1] کے مشاہدات سے یہ معلوم ہوا ہے کہ منفذ کے حصہ کی قدر بمقابلہ کٹھنہ کے حصہ کی قدر کے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ صحیح معطیات کی عدم موجودگی میں شرح کی قیمتیں بالترتیب ۸، اور ۵۷۷، لی جا سکتی ہیں۔

مثال (۱۷) - ایک چادر کی چوٹی پر پانی کا ارتفاع ۴ فٹ ہے اور عقبی پانی چوٹی کے اوپر ۳ فٹ چڑھا ہوا ہے۔ ہر ۱۵،۷ فٹ طول کے لیے فی ثانیہ اخراج معلوم کرو۔

فرض کرو کہ ع چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے۔

ڈ چادر کے اُوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے لیول کا درمیانی فرق ہے۔

تب $\text{خ}_1 = \frac{2}{3}\,\text{س}_1\,\text{ل}\,\text{ڈ}\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ڈ}}$

$\text{خ}_2 = \text{س}_2\,\text{ل}\,\text{ع}\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ڈ}}$

$\text{س}_1 = 0.577$

$\text{س}_2 = 0.8$

$\therefore \text{خ} = 15.7 \times 8 \left\{\frac{2}{3} \times 0.577 + 0.8 \times 3\right\} = 350$ مکعب فٹ فی ثانیہ

اس نتیجہ کا پچھلی مثال سے مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ چادر کے ہر ۱۵،۷ فٹ کے طول کے لیے نمایاں گراؤ بہ نسبت غرقاب چادر کے ۳۷ مکعب فٹ فی ثانیہ کا زیادہ اخراج کرتا ہے۔

[1] پروسیڈنگز انسٹیٹیوشن سیول انجینیرز جلد ۸۵ (۸۶-۱۸۸۵ء) (Rhind) اخراج کی شرحوں پر۔

پلیٹ ۴

(۴۳)۔ ناپ چادریں ——— اگر کسی ندی کے اخراج کا اندازہ صحیح طور پر کرنا ہو (مثلاً آبرسانی کے کاموں کے) تو اس کے لیے ایک بند لٹھوں ب اور تختوں ج (شکل ۳۲) کا ندی کے آر پار بنا لیا جاتا ہے اور اس بند کے اندرونی رُخ پر چکنی مٹی کا گلاوا کر دیا جاتا ہے کہ پانی نہ رِس سکے ۔اس چادر میں ایک مناسب جسامت کا کٹھنہ جو عموماً مستطیلی ہوتا ہے اور جس میں سے اخراج گذر سکتا ہو بنا دیا جاتا ہے اور دھات کی ۱/۸ انچ موٹی تختی دلگا دی جاتی ہے تاکہ کٹھنہ کی شکل اور اس کے کناروں کی تیزی مستقل طور پر قائم رہے ۔ پانی کی گرتی ہوئی چادر کے پیچھے ہوا کی پوری آمد و رفت ہونی چاہیے۔شکل ۳۲ (ا) نصف ارتفاع کو اور شکل ۳۲ (ب) چادر کی تراشش کو ظاہر کرتی ہے۔ شکل ۳۲ (ج) میں لٹھے اور تختے کی تراشش کو بڑا کرکے دکھایا گیا ہے ۔ اس سے یہ واضح ہو جائیگا کہ یہ صورت وہ ہے جس میں اخراج ایک مستطیلی کٹھنہ سے رفتارِ آمد سے گزرتا ہے ۔ اگر احتیاط کو کام میں لایا جائے اور دھار کی تراشش پانی کی اُس تراشش کے ۱/۵ حصہ سے جو چادر کے اوپر سے بڑھنے نہ پائے تو رفتارِ آمد کو نظر انداز کر سکتے ہیں ۔ ارتفاع کی پیائش ایک پیمانہ کے ذریعہ ہوتی ہے جسے ایک لٹھے ی پر لگا دیا جاتا ہے جس کا نشانِ صفر کٹھنہ کی چوٹی کے لیول کے ساتھ ٹھیک ہمسطح ہو۔ لٹھے کو چادر سے ہٹا کر کچھ فاصلہ پر گاڑا جاتا ہے مثلاً ۵ فٹ چھوٹی چادروں کے لیے اور ۲۵ فٹ بڑی چادروں کے لیے تاکہ ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمائش کا یقین ہو سکے۔

دوسرا ایک اور صحیح طریقہ ھک پنسال کے ذریعہ ہوتا ہے ۔ دھات کا ایک تیز نوک دار ھُک ایک انتصابی سلاخ کے نیچے لگا دیا جاتا ہے جو آہستہ حرکت کرنے والے پیچ کی مدد سے اُوپر اور نیچے حرکت کر سکتا ہے اس کُل آلہ کو ایک لٹھے سے جوڑ دیا جاتا ہے ۔ اس سلاخ پر ایک نمایندہ ہوتا ہے جو ھُک کی نوک سے اتنی ہی بلندی پر واقع ہوتا ہے جتنا کہ پیمانہ کا صفر کٹھنہ کی چوٹی کی سطح سے اوپر واقع ہو۔جس وقت مشاہدہ کرنا ہوتا ہے ھُک کو پانی کی سطح سے نیچے کرکے آہستہ آہستہ

پلیٹ ۴

اُوپر اٹھا لیا جاتا ہے۔اور جس لمحہ وہ سطح پر آتا ہے اس کا عکس ہُک کی نوک پر جو پانی کی جھلی آجاتی ہے اس پر صاف آجاتا ہے اس وقت پیمانہ پڑھ لیا جاتا ہے۔ معمولی روشنی میں سطح کے فرق انچ کے سویں حصہ تک معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

اگر ارتفاع متغیر ہو تو پیمانہ کو ہر ۱۲ گھنٹے کے وقفے سے پڑھنا چاہیے۔ اور کسی وقفہ کے درمیان اخراج اس وقفہ کے ابتدائی اور انتہائی ارتفاعوں کا اوسط لینے سے نکالا جا سکتا ہے۔ اخراج کی تخمین مساوات (۹) کے ذریعہ کی جا سکتی ہے۔

$$خ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} ا^{۳/۲}$$ یہاں س = ۰.۶۲، معمولی ارتفاعوں کے لیے۔

مثال (۱۸)۔ ایک مستطیلی کٹھنہ ۱.۵ فٹ چوڑا ہے اور ساکن پانی کا ارتفاع ۰.۶۴ فٹ ہے۔ اخراج فی ثانیہ معلوم کرو۔

$$خ = \frac{۲}{۳} \times ۰.۶۲ \times ۱.۵ \times ۰.۶۴ \times ۸ \times ۰.۸ = ۲.۵۴$$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

اگر زیادہ صحت مطلوب ہو تو فرانسس (Francis) کا ضابطہ جو مساوات (۱۰) دیا گیا ہے استعمال کر لیا جائے۔ ضابطہ یہ ہے:-

$$خ = \frac{۲}{۳} س (ل - ۰.۲ ا) ا \sqrt{۲ج ا}$$

اس ضابطہ کی رُو سے اوپر کی مثال میں

$$خ = \frac{۲}{۳} \times ۰.۶۲ (۱.۵ - ۰.۲ \times ۰.۶۴) ۰.۶۴ \times ۸ \times ۰.۸ = ۲.۳۲$$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۴۴)۔ **کتوے** —— کتوا سے مراد ایک ایسا پختہ بند ہے جو ندی کے آر پار بنایا جاتا ہے اور جس سے پانی کی بلندی کو ایک مناسب بلندی تک اونچا کیا جا سکتا ہے تاکہ خشک موسم میں پانی بذریعہ نجاذب اُن مقامات تک

پلیٹ ۴ پہنچایا جاسکے جہاں بجز اس کے پانی کا پہنچنا ناممکن تھا ۔ یہ بند دریا کے گذرگاہ کی فوری تبدیلیوں میں بھی بہت کچھ نظام پیدا کردیتا ہے اور اس طرح پانی کو نقطۂ مخرج تک پہنچا دیتا ہے ۔ بند کے دونوں انتہائی سروں پر پہلو دیواریں ہوتی ہیں جو دریا کے سیلابی پشتوں کی مٹی کو سنبھالے رہتی ہیں ۔ پانی کی جتنی ضرورت ہوتی ہے نہر یا نالے کے ذریعہ سے ایک یا دونوں طرف سے لے لی جاتی ہے ۔ یہ نہر ٹھیک کتوے کے اوپر سے نکالی جاتی ہے دریا کی طرف جو پانی کا راستہ کھلا رکھا جاتا ہے اُس پر ایک پختہ مبدا توم بنا دیا جاتا ہے تاکہ پانی کی آمد پر نظم قائم رہے ۔ اگر نہر تیں پوری رسدِ آب کا لیول قائم رکھنا مطلوب ہے اور دریا میں سے پانی نیچے کی طرف بالکل جاری نہ ہو تو کتوے کی چوٹی کا لیول اِس ہی لیول پر ہونا چاہیے بلکہ اس سے ذرا سا اونچا' اس لیے کہ تھوڑا سا ارتفاع' مبدا توموں میں پوری رسد گذارنے کے لیئے ضروری ہوتا ہے گو پھاٹک پورے کشادہ ہوں ۔ تمام زائد پانی کتوے کے اوپر سے گذر جاتا ہے ۔ معمولی موسموں میں زاید مقدارِ آب کا اخراج نمایاں گراؤ سے ہوتا ہے لیکن طغیانی کے زمانے میں عقبی پانی کتوے کی چوٹی سے اونچا ہو جاتا ہے اور اُس کی بالائی طرف کے پانی کا انبار جمع ہو جاتا ہے جب تک کہ ارتفاع اتنا کافی نہ ہو جائے کہ دریا کے اخراج کو سُکڑی ہوئی تراش میں سے گذار دے ۔ ہر دو صورتوں میں رفتارِ آمد کو حساب میں شامل کرکے حل کرنا ضروری ہوتا ہے ۔

(۴۵) ۔ نمایاں گراؤ کے کتوے ـــــ یہ صورت ایک مستطیلی کھٹنہ سے رفتارِ آمد کے ساتھ آزادانہ اخراج کی ہے مساوات (۱۴) ۔ اگر س = ۵۷۷ء یعنی وہ قدر جو چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے استعمال کی جاتی ہے ۔ اس طور سے ہم کو حاصل ہوئی :ـــ

$$خ = ۳۱۱ء۳ \left\{ (ا + ل_۱)^{\frac{۳}{۲}} - ل_۱^{\frac{۳}{۲}} \right\} \times ط .... (۲۲)$$

یہاں ل۱ (شکل ۳۳) سے وہ ارتفاع مراد ہے جو رفتارِ آمد[۱] کی وجہ سے ہے ۔

[۱] ملاحظہ ہو نوٹ دفعہ ۹۲ ۔

پلیٹ

اس ضابطہ کا خاص فائدہ یہ ہے کہ ر کی بنی ہوئی قیمتوں کے لیے دریا کے اخراجوں کے تخمینے پڑتال کر لیے جاتے ہیں۔ دریا کی رفتارِ آمد اُس کی اوسط معلومہ رفتار سے کم ہوتی ہے جس کی وجہ یہ ہوتی ہے کہ عین کتوے کے اُوپر تراشِ آب میں زیادتی ہوجاتی ہے لیکن اس کو ہم مساوات (۴) سے حاصل کر سکتے ہیں۔ $ر_و \times ا = ر ۱$

اگر کتوے کی کسی دی ہوئی اُونچائی کے لیے و مطلوب ہو جب کہ اخراج معلوم ہو۔ اور کتوے کے اُوپر پانی کی بڑھی ہوئی تراشش نامعلوم ہو تو تخمین کے ذریعہ حساب کرنا ہوگا۔ پہلے تو رفتارِ آمد کی تقریبی قیمت فرض کرنی ہوگی اور ر کو معلوم کرنا ہوگا۔ پانی کی بڑھی ہوئی تراشش جو اس طرح دستیاب ہوگی اُس سے رفتارِ آمد کی قریب تر قیمت نکال لی جائے اور دوبارہ ر کو حل کیا جائے۔ عملی کاموں میں چونکہ کتوے کے اُوپر دریا کی تہ میں اٹ وغیرہ جمع ہوجاتی ہے جس سے پانی کی تراش میں کوئی زیادتی نہیں ہوتی۔ رفتارِ آمد کو کتوے کے نیچے کی اوسط رفتار کے برابر تصور کر لیتے ہیں۔

مثال (۱۹)۔ ایک دریا جو ۲۰۰ فٹ چوڑا ہے ۵ فٹ گہرائی کے ساتھ ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے ایک کتوے کے اوپر سے جس کی بلندی تہ سے ۸ فٹ ہے گذر کر نمایاں طور پر گر رہا ہے۔ چوٹی کے اُوپر پانی کا عمق دریافت کرو۔

خ = (۲۰۰ × ۵) مربع فٹ × ۴ = ۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

کتوے کے اوپر اضافۂ تراش نامعلوم ہے۔ یہ مان لو کہ اس تراش کا رقبہ تقریباً ۲۰۰ × ۸ یا ۱۶۰۰ مربع فٹ ہے۔

رفتارِ آمد تقریباً $\frac{۲۰۰ \times ۵}{۲۰۰ \times ۸} \times ۴ = ۲٫۵$ فٹ فی ثانیہ ہے۔

$ر_و = \frac{(۲٫۵)^۲}{۶۴} = ۰٫۱$ ؛ $(ر_و)^{\frac{۳}{۲}} = ۰٫۰۳$ ان قیمتوں کو مساوات (۲۲) میں درج کرنے سے

$$۴۰۰۰ = ۳٫۱ \times ۲۰۰ \times \left\{ (ر + ۰٫۱)^{\frac{۳}{۲}} - ۰٫۰۳ \right\}$$

پلیٹ ۴

∴ لوک (ا + ا ر) = ۲/۳ لوک ۶،۵۲۵ = لوک ۳،۴۹

∴ ا = ۳،۳۹

یہ نتیجہ عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے۔ اگر ہم یہ تصور کرلیں کہ دریا میں اَٹ جمع نہیں ہوتی ہے تو ا کی قیمت کی صحت مندرجۂ ذیل طریق پر ہوسکتی ہے :—

رفتارِ آمد = ۵ × ۲۰ / (۸ + ۳،۳۹)^۲ × ۴ = ۱،۸

∴ ا ر = ۰،۰۵ اور (ا ر)^{۳/۲} = ۰،۰۱

∴ لوک (ا + ۰،۰۵) = ۲/۳ لوک ۶،۵۰۵ = لوک ۳،۴۸

∴ ا = ۳،۴۳

اگر رفتارِ آمد موجود نہ ہوتی تو ضروری ارتفاع ۳،۴۸ فٹ کے مساوی ہوتا۔

(۴۶)۔ **غرقاب کتوے** —— یہ صورت ایک غرقاب مستطیلی کٹھنہ کی ہے جس میں رفتارِ آمد موجود ہے۔ فرض کرو کہ ع (شکل ۳۴) چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے ۔ ا حقیقی ارتفاع، ا ر ارتفاع بوجہ رفتارِ آمد، اور خ ۱، خ ۲ بالترتیب ا اور ع کے تحت اخراج ہیں۔

تب خ ۱ = ۲/۳ س ۱ ل √۲ج {(ا + ا ر)^{۳/۲} − (ا ر)^{۳/۲}}

خ ۲ = س ۲ ل ع √۲ج (ا + ا ر)

یہاں ہم کو قدروں کی قیمتیں پوری طرح معلوم نہیں ہیں۔ لیکن اس میں شک نہیں کہ کٹھنہ والے حصہ میں پانی کی سطح کے ڈھال سے اور تومی حصہ میں سمٹاؤ کی مقابلۃً عدم موجودگی سے س ۲ بہ نسبت س ۱ کے بہت زیادہ ہوتا ہے۔ اُن وجوہ کی بناء پر جن کا ذکر فقرہ (۴۲) میں

پلیٹ ۴

ہوچکا ہے غرقاب تالابی چادروں کے لیے مقررہ قدر مثلاً س، = ۵۷۷ء
س۲ = ۸ء یہاں استعمال کیے جائینگے اور پھر ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوگی:-

$$\text{خ} = \text{ل}\left[\,۱٫۳۱\left\{(\text{و} + \text{و}_1)^{\frac{3}{2}} - (\text{و}_1)^{\frac{3}{2}}\right\} + ۴٫۶۴\,\text{ع}\,(\text{و} + \text{و}_1)^{\frac{1}{2}}\right] \quad \ldots(۲۳)$$

اگر کتوا موجود نہ ہوتا یعنے و بہ نسبت ع کے بہت ہی خفیف واقع ہو تو قدر ظاہر ہے کہ اکائی کے مساوی ہوگی - اگر نمایاں گراؤ کی صورت ہو یعنے ع بہ نسبت و کے بہت ہی کم ہو تو قدر تقریباً ۵۷۷ء کے مساوی ہوگی - پس ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ پورے اخراج خ + خ کے لیے اوسط قدر انھیں حدود کے درمیان بدلتی رہیگی - اور نسبت و : ع کی کمی کے ساتھ اس کی قیمت بڑھتی جائیگی - اس نتیجہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ضابطہ میں خامیاں ہیں - لیکن باوجود اس کے یہ یقینی بات ہے کہ معمولی حالات میں مساوات (۲۳) سے اچھے نتائج حاصل ہوسکتے ہیں۔

مساوات (۲۳) کا بڑا فائدہ معلوم اعظم سیلاب کے اخراج کے ارتفاع و کا تعین کرنا ہوتا ہے - اعظم اخراج کا تخمینہ پن بہاؤ رقبہ پر بارش کے مشاہدے سے کیا جاتا ہے اور اس کی پڑتال رفتار اور دریا کی آڑی تراشش سے کی جاتی ہے - ضابطہ سے جو و کی قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اُس اعظم عمق میں جمع کردی جاتی ہے جس پر دریا بہتا ہو اور اس عمق سے پہلو دیواروں، مبدا توموں اور سیلابی پشتوں کی اونچائی مقرر کی جاسکتی ہے اور اس طرح سیلاب کے اوپر سے گذر جانے کا خطرہ نہیں رہتا - ایسی صورت میں کتوے پر کی آبی تراش کی زیادتی نامعلوم ہوتی ہے اور و، کو تقریبی اندازہ سے معلوم کیا جاتا ہے -

دوسرے معاملات مساوات (۲۳) سے حل ہوسکتے ہیں - مثلاً
(۱) ع اور و کی معلومہ قیمتوں کے حساب سے سیلاب کے اخراج کی مقدار
(ب) کس بلندی تک کتوے کی تعمیر ہونی چاہیے تاکہ پانی کو ایک دی ہوئی مقدار کے موافق اونچا کیا جائے جب کہ دریا ایک دی ہوئی گہرائی سے بہ رہا ہے - آخرالذکر حالت میں ہم ع کے لیے مساوات کو حل کرتے ہیں۔

ع اور دریا کی گہرائی کے درمیانی فرق سے ہمیں کتوے کی بلندی حاصل ہو جاتی ہے۔

مثال (۲۰) - ایک دریا کے اعظم سیلاب کے اخراج کا تخمینہ پچاس لاکھ مکعب گز فی گھنٹہ ہے جب کہ اوسط رفتار ۵۰۰ فٹ فی منٹ ہے۔ دریا کے آر پار ایک کتوا تیار کرنا ہے جس کا طول ۴۵۰ فٹ ہو اور چوٹی دریا کی تہ کے اوپر $4\frac{1}{2}$ فٹ ہو۔ پہلو دیواروں اور جبدا توم کی کیا بلندی ہونی چاہیے تاکہ ان کی چوٹیوں سے تین فٹ تک اعظم طغیانی کا پانی چڑھنے نہ پائے۔

$$خ = ل \left[۳٫۱ \left\{ (ا + ا_و)^{\frac{۳}{۲}} - ا_و^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۴٫۶ ع (ا + ا_و)^{\frac{۱}{۲}} \right]$$

یہاں $خ = \frac{۲۷ \times ۵۰۰۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰} = ۳۷۵۰۰$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

$ر = \frac{۵۰۰}{۶۰} = ۸٫۳۳$ فٹ فی ثانیہ

رقبہ $= ق = \frac{خ}{ر} = ۴۵۰۰$ مربع فٹ

اوسط عمق $= \frac{ق}{ل} = ۱۰$ فٹ

$ع = (۱۰ - ۴٫۵) = ۵٫۵$ فٹ

رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی لینے سے

$$ا_و = \frac{(۸٫۳۳)^۲}{۶۴} = ۱٫۰۸$$

$$\therefore (ا_و)^{\frac{۳}{۲}} = ۱٫۱۲$$

فرض کرو کہ $\sqrt{ا + ۱٫۰۸} = لا$

$$۳۷۵۰۰ = ۴۵۰ \left[۳٫۱ (لا^۳ - ۱٫۱۲) + ۴٫۶ \times ۵٫۵ لا \right]$$

$$\therefore لا^۳ + ۸٫۱۱ لا = ۲۸$$

پلیٹ ۴

یہ مان کر کہ لا = ۲ تو ۸ + ۲۲٫۶ = ۳۰٫۶

" لا = ۱٫۹ تو ۶٫۸۶ + ۲۱٫۴۷ = ۲۸٫۳

∴ لا = ۱٫۹ ∴ ل + ۱٫۰۸ = (۱٫۹)² = ۳٫۶۱ ∴ ل = ۲٫۵۳

∴ پہلو دیواروں کی چوٹی ۳ + ۲٫۵۳ + ۵٫۵ یعنی ۱۱ فٹ کتوے کی چوٹی پر ہونی چاہیے۔

مثال (۲۱) - ایک کتوا جس کی لمبائی ۱۵۰۰ فٹ ہو ایک دریا کے آر پار تعمیر کرنا مقصود ہے۔ مبدا توم کے فرش کی سطح پر نہر کی پوری رسد کا عمق ۷٫۰ فٹ ہے۔ اور توم کے دہنوں کا رقبہ ایسا ہے کہ ۶ انچ کا ارتفاع اس دی ہوئی رسد کے چلانے کے لیے درکار ہوتا ہے۔ دریا کے پانی کی طبعی تراش ۷۵۰۰ مربع فٹ ہے اور پانی کے طبعی اخراج کا تخمینہ ۳۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ کتوے کی چوٹی کی بلندی، توم کے فرش کی سطح کے اوپر کتنی ہونی چاہیے جب کہ فرش دریا کی تہ پر رکھا جائے۔

ندی کی اوسط گہرائی $= \frac{ق}{ل} = \frac{۷۵۰۰}{۱۵۰۰} =$ ۵ فٹ

پانی کی سطح (۷٫۰ - ۵٫۰) + ۰٫۵ یعنی ۲٫۵ فٹ اونچی کی جانی چاہیے۔

$$خ = ل \left[۳٫۱ \left\{ (ا + ا_و)^{\frac{۳}{۲}} - ا_و^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۴٫۶۴ ع (ا + ا_و)^{\frac{۱}{۲}} \right]$$

یہاں خ = ۳۰۰۰۰، ل = ۱۵۰۰، ا = ۲٫۵ فٹ

اگر رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی تصور کر لیا جائے یعنے مساوی $\frac{خ}{ق} = ۴$

$$تو\ ا_و = \frac{(۴)^۲}{۶۴} = ۰٫۲۵$$

$$۳۰۰۰۰ = ۱۵۰۰ \left[۳٫۱ \left\{ (۲٫۷۵)^{\frac{۳}{۲}} - (۰٫۲۵)^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۴٫۶۴ ع (۲٫۷۵)^{\frac{۱}{۲}} \right]$$

$$∴ ۲۰ = ۳٫۱ (۴٫۵۶ - ۰٫۱۳) + ۴٫۶۴ ع \times ۱٫۶۶$$

$$∴ ع = ۰٫۶$$

پلیٹ ۴

لہذا چوٹی کی بلندی توم کے فرش کی سطح سے (۰٫۵ - ۰٫۶) = ۴٫۴ فٹ ہوگی۔

اگر ع کی قیمت منفی ہو تو اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کتوے کی چوٹی عقبی پانی کے اُوپر ہونی چاہیے۔ ایسی صورت کے لئے مساوات (۲۲) کو جو نمایاں گراؤ کے لیے ہے و کی قیمت معلوم کرنے کے لیے حل کرنا چاہیے۔ تب ۰٫۵ - و توم کے فرش سے کتوے کی بلندی کو تعبیر کریگی۔

مثال (۲۲) - ایک ندی کی گہرائی ۳ فٹ ہے اور اُس کی اوسط رفتار ۱۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ ایک ایسے کتوے کی بلندی کیا ہونی چاہیے جس کے ذریعہ پانی کو ۶ فٹ اونچا کیا جا سکے اس میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ ندی کی تہ میں کتوے کی بالائی سمت پر اَٹ (Silt) جم جاتی ہے اس طرح کہ پانی کی گہرائی ۶ فٹ ہو جائے۔

دیے ہوئے اعداد سے یہ ظاہر ہے کہ چوٹی کی سطح عقبی پانی کی سطح سے اونچی ہوگی - یعنے کتوے پر نمایاں گراؤ ہوگا۔

$$\text{خ} = \tfrac{2}{3}\, \text{س ل} \sqrt{2\text{ج}} \left\{ (\text{ا} + \text{و}_\text{ر})^{\frac{3}{2}} - \text{و}_\text{ر}^{\frac{3}{2}} \right\}،$$

یہاں خ = ق ر = ۳ ل × ۱۲، $\text{ر} = \frac{3}{6} \times 12 = 6$ فٹ فی ثانیہ۔

$$\therefore \text{و}_\text{ر} = ۰٫۵۶$$

$$۳\,\text{ل} \times ۱۲ = \tfrac{2}{3}\, \text{۶٫۴} \times \text{ل} \times ۸ \left\{ (\text{ا} + ۰٫۵۶)^{\frac{3}{2}} - (۰٫۵۶)^{\frac{3}{2}} \right\}$$

$$\therefore ۱۱٫۶۹ = (\text{ا} + ۰٫۵۶)^{\frac{3}{2}} - ۰٫۴۲$$

$$\therefore (\text{ا} + ۰٫۵۶) = (۱۲٫۱۱)^{\frac{2}{3}} = ۵٫۲۷$$

$$\therefore \text{ا} = ۴٫۷۱ \text{ فٹ}۔$$

کتوے کی بلندی = ۶٫۰ + ۳٫۰ - ۴٫۷ = ۴٫۳ فٹ

(۴۷) - **توم یا آبگیرے** ——— توم کی ساخت کئی طرح کی ہوتی ہے۔

پلیٹ ۴

مہدا ا توم جو نہروں میں پانی کی آمد پر نظم رکھتے ہیں اور کنتوں کے زیر توم جو نہر کے مدخل کے سامنے نے اَٹ کو کاٹنے کے کام آتے ہیں یہ سُوراخ عموماً مستطیلی شکل کے ہوتے ہیں ۔ ان کی چوڑائی ۳ سے ۶ فٹ تک ہوتی ہے اور ایسے انتصابی تختوں سے بند ہوتے ہیں جو خانوں میں پھسلتے ہیں ۔ توم کے سُوراخ یا موکھے جو ان کے اصطلاحی نام ہیں، ایک دوسرے سے پایوں (Piers) کے ذریعے سے جدا جدا ہوتے ہیں جن پر عموماً پن کٹ (Cut Water) بنا دیے جاتے ہیں ۔ توم کا فرش بالعموم دریا یا نہر کی تہ کے لیول کے برابر ہوتا ہے اور چونکہ تہ اور بغلیوں کے سمٹاؤ ایک بڑی حد تک دب جاتے ہیں اس لیے عام طور پر قدر کی قیمت ۸ ء لی جاتی ہے ۔ دریا کے پُلوں کے کشادہ راستے اور آبی راہ جو ریلوے اور تالابوں کے پُشتوں میں آر پار بنائے جاتے ہیں یا ان علاقوں میں بنائے جاتے ہیں جہاں سیلاب آتے ہوں تو ان کو ہم مثل توموں کے تصور کر سکتے ہیں جن کے لیے قدر[1] یا تو وہی ہوگی جو توموں کے لیے ہوتی ہے یا اُس سے زیادہ ہوگی ۔ ان تمام صورتوں میں اخراج پانی کے اندر واقع ہوتا ہے اور توم سے کے اُوپر نیچے جو پانی کی سطح کے لیول ہوتے ہیں اُن کے فرق کو بطور ارتفاعِ آب حساب میں لیا جاتا ہے ۔

تالاب کے نکاسی توم ۔ یہ تالاب کی چادروں میں مستطیلی کشادہ راستے ہوتے ہیں جن سے سیلاب کے پانی کے نکاس میں مدد ملتی ہے یہ انتصابی پھسلواں تختوں سے بند کیے جاتے ہیں ۔ ان میں چونکہ پائے اور پن کٹ نہیں ہوتے اس لیے قدر کی قیمت ۶۲ ء لی جاتی ہے ۔ ان توموں (Sluices) میں سے اخراج عموماً ہوا میں آزادی سے ہُوا کرتا ہے ۔

---

[1] ایسے توموں یا پُل کے دہانوں کے لیے جن میں خمدار پن کٹ اور بازو دیواریں ہوں قدر کی قیمت ۹ ء لی جا سکتی ہے ۔ دیکھو پروفیشنل پیپرز ۔ آن انڈین انجینیرنگ (Professional papers on Indian Engineering) دوسری قسط جلد ۹ میں اپیولڈ (Appyold) کے تجربے ۔

پلیٹ ۴

پن تالا توموں کا بیان فقرہ ۸۵ میں آگے چل کر دیا جائیگا۔ ان کے لیے بالعموم پن تالا خانہ کی بغلی دیواروں میں ایسی پُلیاں بنادی جاتی ہیں جن کی تراش اپنے موکھوں سے بہت زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار میں کمی واقع ہوجائے۔ ان کو پھسلواں تختوں سے بند کیا جاتا ہے۔ زیریں توم بعض اوقات کواڑوں میں سوراخ کرکے بنادیے جاتے ہیں اور جو اُس ہی طریقہ سے بند کیے جاتے ہیں جیسے کہ اُوپر بیان کیا گیا ہے۔ دونوں صورتوں میں قدر کی قیمت ۶۲ء لی جاسکتی ہے۔

تالاب کے آبپاشی کے توم۔ یہ ایسی پُلیاں ہوتی ہیں جو بند میں بنادی جاتی ہیں، جسامت تقریباً ۲'-۶" × ۲'-۰" ہوتی ہے اور ان کی تراش مستطیلی اور اُوپر سے محراب دار۔ اِس پُلیا کا تعلق تالاب سے حسبِ ذیل طریقوں پر ہوتا ہے:—

(۱) اندرونی سرے پر موکھے کے ذریعہ سے جو ایک تختہ سے بند کیا جاتا ہے۔

(۲) توم کی پختہ چُنائی میں ایک انتصابی سوراخ کے ذریعہ سے۔ ان کی مسدودی مخروطی ڈاٹوں سے کی جاتی ہے جو اُفقی پتھروں میں گول ترشے ہوئے سوراخوں میں ٹھیک بیٹھی ہوئی ہوتی ہیں اور یہ اُفقی پتھر مختلف لیولوں پر چُنائی میں چُنے ہوئے ہوتے ہیں۔

اندرونی سرے پر موکھے کا رقبہ بمقابلہ پُلیا کی تراش کے کم ہوتا ہے تاکہ پُلیا میں رفتار بہت زیادہ نہ ہوجائے۔ ہر ڈاٹ میں ایک ڈنڈا یا بھالا لگا دیا جاتا ہے اور مقررہ فصلوں پر اُٹھایا جا سکتا ہے تاکہ موکھا پورا یا تھوڑا تھوڑا کھل سکے۔ ڈاٹوں کے سوراخوں کے قطر ۴ سے ۱۲ انچ تک ہوتے ہیں اور ان کی مخروطی شکل ۴ میں اکی سلامی سے ہونی چاہیے۔ تالاب جب بھرا ہوا ہو تو سب سے اُوپر کی ڈاٹوں میں سے ایک یا زیادہ اُٹھائی جاتی ہیں جوں جوں پانی کم ہوتا جاتا ہے اِس سے نیچے کی ڈاٹوں کو کھول سکتے ہیں اور سب سے آخر میں اگر ضرورت پڑے تو تختے کو اونچا کیا جا سکتا ہے۔ تختہ کے سوراخ کی قدر ۶۲ء۰ اور ڈاٹوں کے روزنوں کے لیے ۷ء۰ لے سکتے ہیں۔

پلیٹ ۵

مثال (۲۳) ۔ ایک ایسی نہر کے مبتدا کے لیے حسب ذیل لیول دیے ہوئے ہیں جس کی کامل رسد ۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے ۔

توم کا فرش .... ۴۳٫۲۶

نہر کی پوری رسد کا لیول (پ ۔ ر ۔ ل) ۵۱٫۲۶

کٹوے کی چوٹی .... ۵۱٫۵۶

۶ فٹ اونچے اور ۴ فٹ چوڑے موکھوں کی تعداد معلوم کرو جو مبدا توم کے لیے درکار ہونگے ۔

فرض کرو ت یہ تعداد ہے ۔

خ = س ق √۲ج ا یہاں خ = ۶۰۰ ، اور س = ۰٫۸ ،

ق = ت × ۶ × ۴ ، اور ا = ۳٫۰

∴ ۶۰۰ = ۰٫۸ × ۲۴ ت × ۸ √۳٫۰ جس سے ت = ۷

مثال (۲۴) ۔ اوپر کی مثال میں اگر کٹوے پر ۱۰ فٹ پانی بھرا ہوا ہو تو بتاؤ کہ توم کی سِل (Sill) سے اوپر پھاٹکوں (Shutters) کو کس قدر بلند کرنا ہوگا ۔

فرض کرو کہ بلندی لا ہے ۔ ق = ۷ × لا × ۴ ، ا = ۱۰٫۳ ۔

∴ ۶۰۰ = ۰٫۸ × ۲۸ لا × ۸ √۱۰٫۳ ∴ لا = ۱٫۰۴ فٹ ۔

مثال (۲۵) ۔ ایک تالابی آبپاشی توم میں ڈاٹ روزنوں کی قطاریں ہیں ۔ ہر قطار میں تین سوراخ ہیں ۔ جب ایک قطار پر آبی ارتفاع ۴ فٹ سے کم ہو جاتا ہے تو پانی کی سطح اتنی نیچے ہو جاتی ہے کہ دوسری قطار کی ڈاٹیں نکالی جا سکیں ۔ بتاؤ کہ سوراخوں کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ جس سے ۴۰۰ ایکڑ دھان بحساب ا مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۳۰ ایکڑ سیراب ہو جائے[1] ۔

خ = س ق √۲ج ا یہاں خ = ۴۰۰/۳۰ = ۱۳٫۳ ، س = ۰٫۷ ، ا = ۴

[1] نوٹ ۔ ۵۰۰۰ ایکڑ یا اس سے بڑے رقبوں کے لیے عموماً ایک مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۶۰ ایکڑ لیا جاتا ہے ۔

پلیٹ ۵

∴ ۳۲،۱۳ = ۰٫۶۷ ق × ۸ × ۲، اس سے ق = ۱٫۲

اگر قَ سوراخوں کے قطر کی فٹوں میں تعبیر کرتا ہو تو ق = ۳ $\frac{\pi}{4}$ قَ^۲^ = ۱٫۲،

∴ قَ^۲^ = ۰٫۵۱، ∴ قَ = ۰٫۷، پس ۹ انچ قطر والے ڈاٹ روزن درکار ہونگے۔

مثال (۲۶) - ایک تالاب کی چادر میں بجت کے توم میں ۸ موکھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا ہے - اگر توم کے فرش پر ۹ فٹ پانی ہو تو بتاؤ کہ اخراج فی ثانیہ کیا ہوگا جب کہ پھاٹک ۵ فٹ اٹھا دیے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو -

خ = $\frac{۲}{۳}$ س ل $\sqrt{۲ج}$ (ا~۱~^$\frac{۳}{۲}$^ - ا~۲~^$\frac{۳}{۲}$^)

یہاں ل = ۸ × ۴، ا~۱~ = ۹، ا~۲~ = ۴

∴ خ = $\frac{۲}{۳}$ × $\frac{۵}{۸}$ × ۳۲ × ۸ (۲۷ - ۸) = ۲۰۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۴۸) پُل کے خانوں کا اخراج

—— اگر توم کے پھاٹکوں کو پانی کی سطح سے اُوپر پورا اُٹھا لیا جائے تو توم کے اُوپر اور نیچے پانی کی سطح کے لیولوں میں اتنا فرق باقی رہیگا جو اخراج کی حقیقی رفتار کے لیے کافی ہوگا خواہ یہ کتنی ہی ہو - یہ وہ صورت ہے جو ریل کی سڑک کی آب راہوں میں یا اُن میں جو تالابوں کے پشتوں میں بنائی جاتی ہیں یا سیلاب زدہ علاقوں میں بنائی جاتی ہیں پیش آتی رہتی ہے - دریا کے پُل کے معمولی کشادہ راستے کی صورت بھی ایسی ہی ہے مگر فرق اتنا ہوتا ہے کہ یہ رفتارِ آمد کی وجہ سے پیچیدہ ہو جاتی ہے - اب اس پر ہم غور کرینگے -

فرض کرو کہ ر~۱~ رفتارِ آمد ہے (شکل ۳۵)، ر~۲~ عمودی تراش ق~۲~ پر رفتار ہے یہاں سکڑاؤ سب سے زیادہ ہے، لا حقیقی ارتفاع یا ابھار ہے۔ مجموعی ارتفاع جس سے رفتار ر~۲~ پیدا ہوتی ہو (لا + ا~۱~) ہے -

پلیٹ ۵

$$\therefore \text{ر}_\text{و} = \sqrt{\text{۲ ج (لا + و)}}$$

$$\text{خ} = \text{س ق}_\text{ر} \sqrt{\text{۲ ج (لا + و)}} \quad ....(۲۴)$$

اگر و کو یعنی ارتفاع بوجہ رفتار آمد حل کرنا ہو تو یاد رکھنا چاہیے کہ یہ رفتار دریا کی طبعی رفتار سے کم ہوا کرتی ہے وجہ یہ ہے کہ پل پر پانی کی تراش زیادہ ہوتی ہے - فرض کرو کہ ر، ل، ع دریا کی بالترتیب طبعی رفتار، چوڑائی اور عمق ہے تو اس کے متناظر مقداریں ر_و، ل، (ع + لا) پل کے اوپر ہونگی - اس لیے

$\text{ر}_\text{و} = \frac{\text{ع}}{\text{لا + ع}}$ ر، پس اگر لا، ر اور ق_ر کا مشاہدہ کیا جائے تو خ کی تعیین ہو سکتی ہے -

یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ عملاً ق_ر پانی کی تراش کا حقیقی رقبہ ہے اور کوئی سطحی یا تہ کا سمٹاؤ نہیں ہے، اور اگر پن کٹ موجود ہوں تو جانبی سمٹاؤ بہت ضعیف سا واقع ہوتا ہے - اسی وجہ سے قدر کی قیمت زیادہ ہوتی ہے جو ۹. کے مساوی لی جا سکتی ہے[1]

اگر لا نامعلوم مقدار ہے تو ہمیں تخمین کے ذریعہ چلنا ہوگا اس لیے کہ و میں لا شامل ہے - اس کی تشریح ابھار میں جو دفعہ ۴۹ میں درج ہے کی جائیگی -

اگر کوئی رفتار آمد نہ ہو تو ہمارے پاس ہے :—

$$\text{خ} = \text{س ق}_\text{ر} \sqrt{\text{۲ ج لا}} \quad ....(۲۵)$$

مثال (۲۷) - ریل کی سڑک کا پشتہ پن بہاؤ رقبہ میں سے گذرتا ہے اس کے دونوں طرف کے علاقوں میں سیلاب آگیا ہے - پانی کا اخراج ایک ۲۵ فٹ لمبے آب راہ میں سے ہوتا ہے جس کے اوپر اور نیچے کے عمق بالترتیب ۶ فٹ اور ۴ فٹ ہیں - اخراج کا تخمینہ کرو -

---

[1] موافق حالات میں ۹۵. لی جا سکتی ہے -

پلیٹ ۵

خ = ۹٫ × (۲۵ × ۴) × ۲٦۸√ = ۱۰۱۵ مکعب فٹ فی ثانیہ

بعض ماہرین فن پُل کے خانے کو ایک غرقاب چادر کا معادل لیتے ہیں۔ اور رقبہ کے قومی حصہ اور کٹھنہ کے حصہ کے اخراج کو علیحدہ طور پر حل کرتے ہیں۔ اس خیال سے ضابطہ خ = س ل √۲ج لا (ع + ⅔ لا) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں ایسی آب راہوں کے لیے مستعمل ہوتا ہے جو تالابوں کے پشتوں میں بنائے جاتے ہیں۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ پانی کا کم سے کم لیول عام طور پر[۱] پُل کی زیرین سمت پر ہوتا ہے اس لیے اس سے ظاہر ہے کہ مجموعی اخراج کو کم سے کم رقبہ کی تراش ق میں سے گذرنا لازمی ہے۔ اس تراش میں سے رفتار بہ نسبت اُس رفتار کے کبھی نہیں بڑھ سکتی جو حقیقی ارتفاع لا کے سبب سے ہو یا رفتارِ آمد کی موجودگی کی صورت میں ارتفاع لا + لو کی وجہ سے ہو۔ پس اس کتاب میں جو حل کا طریقہ اختیار کیا گیا ہے وہ اُس طریقہ سے بہتر ہے جو ابھی بیان ہو چکا ہے گو موزوں قدروں کے استعمال سے قریب قریب یکساں عددی نتائج حاصل ہو سکتے ہیں۔

(۴۹) **اُبھار** —— کوئی پانی کی رَو جب ایسی روک سے ٹکراتی ہے جس سے اُس کی قدرتی تراش میں تنگی واقع ہو تو مزاحمت کے اُوپر کی جانب پانی اُبھر جاتا ہے اور جب تک کہ ارتفاع یعنی اُبھار اس قابل نہ ہو جائے کہ وہ مجموعی اخراج کو اُس سُکڑی تراش میں سے گذار سکے یہی حالت رہتی ہے۔ یہ روک یا تو ایک خاص حد تک اونچی دیوار ہو سکتی ہے جو دریا کے آر پار واقع ہو جیسا کہ ایک کتوے کی صورت میں ہوتا ہے۔ یا یہ روک ایک سلسلہ ایسی علیحدہ علیحدہ دیواروں کا ہو سکتی ہے جو دریا کے پورے عمق میں مع کشادہ دروں کے مناسب فصلوں پر واقع ہوتی ہیں جیسے کہ پُل کے پایوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ مساوات (۲۲) یا (۲۳) کو لو کے لیے حل کرنے سے اور (۲۴) یا

[۱] صرف اس صورت میں جب کہ اُبھار بہت ہی زیادہ ہو۔

(۲۵) کو لا کے لیے حل کرنے سے اُبھار کا تعین ہو سکتا ہے۔

پلیٹ ۵

پُل کے خانوں کی شکل میں اُبھار کو ہم حسبِ ذیل طریقہ پہ بالراست معلوم کر سکتے ہیں :-

فرض کرو کہ ل، ع پُل کے نیچے اوسط چوڑائی اور عمق ہے، $\text{ل}_{۱}$ پُل کا خطی آب راہ ہے، اور لا اُبھار ہے (شکل ۳۵)۔

پُل کے نیچے رفتار ر اور پانی کی تراش ل ع ہے۔

〃 اُوپر 〃 〃 $\text{ر}_{\text{و}}$ 〃 〃 〃 ل (ع + لا)۔

کمانوں کے نیچے 〃 $\text{ر}_{۱}$ 〃 〃 〃 س $\text{ل}_{۱}$ ع

یہاں س سکڑاؤ کی قدر ہے جسے عموماً ۹۵ء لیا جاتا ہے۔

کمانوں کے نیچے اعظم رفتار، ارتفاع لا + $\text{ر}_{\text{و}}$ کی وجہ سے ہو سکتی ہے،

یعنی $\text{ر}_{۱} = \sqrt{۲\text{ج}\,(\text{لا} + \text{ر}_{\text{و}})}$، ∴ $\text{لا} = \frac{\text{ر}_{۱}^{۲} - \text{ر}_{\text{و}}^{۲}}{۲\text{ج}}$

لیکن $\text{ر}_{۱} = \frac{\text{ل}}{\text{س}\,\text{ل}_{۱}}\,\text{ر}$ اور $\text{ر}_{\text{و}} = \frac{\text{ع}}{\text{ع} + \text{لا}}\,\text{ر}$

$$\therefore \text{لا} = \frac{\text{ر}^{۲}}{۲\text{ج}} \left\{ \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{س}^{۲}\,\text{ل}_{۱}^{۲}} - \frac{\text{ع}^{۲}}{(\text{ع} + \text{لا})^{۲}} \right\} \quad \cdots\cdots\cdots (۲۶)$$

یہ لا کی ایک تیسرے درجہ کی مکعبی مساوات ہے اور اس کا حل تقریبی عمل ہو سکتا ہے اس کی تخمین کے لیے فرض کرو کہ رفتارِ آمد اور پُل کے نیچے کی رفتار آپس میں برابر ہیں یعنی مساوات کی دائیں جانب لا کو نظر انداز کر دو۔ اور پھر س کی قیمت درج کرنے سے ذیل کی مساوات حاصل ہوگی :-

باسُر

$$\text{لا} = \frac{\text{ر}^{۲}}{۲\text{ج}} \left\{ \frac{(۱٫۱۱)\,\text{ل}^{۲}}{\text{ل}_{۱}^{۲}} - ۱ \right\} \quad \cdots\cdots\cdots (۲۷)$$

یہ ایسا نتیجہ ہے جو بہت سے عملی مقاصد کے لیے کافی صحیح ہے۔ اگر اس سے بھی زیادہ تقرب درکار ہو تو لا کی اُس قیمت کو جو مساوات (۲۶) سے معلوم ہوتی ہے درج کرو اور دوبارہ حل کرو۔ اگر $\text{ل}_{۱}$ ایک نامعلوم مقدار ہو تو مساوات (۲۶) کو منتقل کرنے سے

پیٹ ۵.

$$\text{ل}_1 = \frac{\text{ر ل (ع + لا)}}{\text{س} \sqrt{\text{۲ ج لا (ع + لا)}^2 + \text{ر}^2 \text{ع}^2}} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۸)$$

اگر رفتارِ آمد نہ ہو تو $\text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}} \left(\frac{\text{۱٫۱ ل}^2}{\text{ل}_1^2} \right)$

مثال (۲۸) ۔ ایک سات کمانوں کا پُل جس کے ایک خانے کی چوڑائی ۲۰ فٹ ہے ایک ایسی ندی پر تعمیر کیا گیا ہے جس کی اوسط چوڑائی طغیانی کے زمانہ میں ۲۰۰ فٹ ہے، اوسط عمق ۶ فٹ ہے اور اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ بتاؤ کہ اُبھار کیا ہوگا ۔

$$\text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}} \left(\frac{\text{۱٫۱ ل}^2}{\text{ل}_1^2} - ۱ \right) = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ۱٫۱ \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰} \right)^2 - ۱ \right\} = ۰٫۴۸ \text{ فٹ}$$

دوسرے تقرب کے لیے مساوات (۲۶) سے

$$\text{لا} = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ۱٫۱ \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰} \right)^2 - \left(\frac{۶}{۶٫۴۸} \right)^2 \right\} = ۰٫۵۴ \text{ فٹ}$$

(۵۰) ۔ **پس آب** —— اگر کسی روک کے پیچھے پانی ساکن ہو تو سطح ب ج (شکل ۳۶) اُفقی ہوگی ۔ اور پس آب کی لمبائی یعنی روک سے وہ فاصلہ جہاں تک کہ اُبھار لا کا اثر نمایاں ہو سکتا ہو لا × قم عہ ہوگا جہاں عہ سطحی اُتار ہے ۔ لیکن اگر یہ صورت ایک رواں ندی میں ہو تو ج اور ب کے درمیان کوئی سطحی اُتار ایسا نہیں ہوگا جس سے رفتار پیدا ہو سکے اور جو فرکی مزاحمت پر غالب آسکے (دیکھو باب ہفتم) ۔ یہ درست ہے کہ روک کے اُوپر تراش کا رقبہ بڑھ جانے سے رفتار اور رفتار کے ساتھ مزاحمت دونوں گھٹ جاتے ہیں لیکن پھر بھی کچھ نہ کچھ ارتفاع ضروری ہوتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پانی کی حقیقی سطح د ف ب میں انحنا پیدا ہو جاتا ہے جو پانی کی طبعی سطح کو نقطہ د پر اور اُفقی سطح کو نقطہ ب پر مس کرتا ہے ۔ پس کسی تراش ع ف گ ب پر اُتار ع گ کی ضرورت اس لیے ہوگی کہ وہ طبعی مزاحمت پر غالب آسکے ۔ اور ندی کے بغیر رکاوٹ والے حصہ ڈ گ میں معمولی رفتار

پلیٹ ۵

پیدا کر سکے۔ بحالتِ موجودہ صرف ارتفاع ع ف کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر منحنی د ف ب ایک مستدیر قوس ہو تو پس آب کا طول ۲ لا قم عہ ہوگا لیکن مشاہدہ سے یہ بات ظاہر ہوتی ہے کہ ۱٫۵ لا قم عہ سے عملی مقاصد کے لیے کافی صحیح نتیجہ حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ ندی کی تہ کی چوڑائی اور ڈھال خاصے اچھے یکساں ہوں۔

مثال (۲۹)۔ ایک ندی جس کی چوڑائی یکساں چلی گئی ہے اُس کی طبعی گہرائی ۲½ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے۔ پس آب کا طول معلوم کرو جو ایک ایسی چادر سے پیدا ہوتا ہے جو پانی کی سطح کو ۳½ فٹ اونچا کر دیتی ہے۔

$$\text{مطلوبہ طول} = ۱٫۵ \text{ لا قم عہ} = \frac{۳}{۲} \times \frac{۷}{۲} \times \frac{۵۲۸۰}{۲} \text{ فٹ} = ۲٫۶ \text{ میل}$$

(۵۱)۔ فاضل چادریں ــــ شہر کی آبرسانی کی صورت میں رسد کے نالے سے سیلاب کے پانی کو جو اکثر گدلا ہوتا ہے علیحدہ کرنا اچھا خیال کیا جاتا ہے۔ جب پانی کی تھوڑی مقدار کا اخراج ہوتا ہے تو وہ لب ج (شکل ۳۰) سے فیلیا د میں گرتی ہے جس کا تعلق رسدی نالے سے ہوتا ہے۔ سیلاب میں رفتار کی زیادتی سے جو عمق کی زیادتی کے باعث ہوتی ہے پانی جست کر کے سوراخ کے اُوپر سے گذر جاتا ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ تمام ریشوں کی رفتار اُن کی اوسط رفتار کے مساوی ہے یعنی ر = $\frac{۲}{۳}$ $\sqrt{۲ \text{ج} \text{ا}}$ ہے جو عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے تو ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے:—

$$\text{لا} = \frac{۲}{۳} \sqrt{۲\text{ج}\text{ا}} \times \text{و} \quad \therefore \text{ا} = \frac{۹}{۱۶} \frac{\text{لا}^۲}{\text{و}}$$

اس ضابطہ سے ا کی قیمت لا اور و کی کوئی قیمتیں رکھ کر حاصل ہو جاتی ہے۔

(۵۲)۔ مقیاسے ــــ ہندوستان کے اضلاع آبپاشی میں رعایا پر کاشت شدہ رقبہ کے مطابق پانی کا محصول لگایا جاتا ہے۔ یورپ میں تو

پلیٹ ۵ پانی حجم کے حساب سے بیچا جاتا ہے اور مقیاسہ وہ آلہ ہے جس سے پانی کی خارج شدہ مقدار ناپی جا سکتی ہے۔ اس میں خاص شکل رسد کو مستقل رکھنے میں پیدا ہوتی ہے جب کہ ارتفاع متغیر ہو۔

اٹلی کا مقیاسہ — اس میں پانی ایک توم کے ذریعہ داخل کیا جاتا ہے جو صدر نہر سے ایک پختہ ظرف میں جمع ہوتا ہے، اور وہاں سے ایک مستطیلی کٹھنہ میں سے بہ کر منقسم نہر میں چلا جاتا ہے۔ توم کو ہاتھوں کی مدد سے نظم میں رکھا جاتا ہے اور اس طرح حوض کے اندر کٹھنہ پر تقریباً مستقل ارتفاع قائم رکھ سکتے ہیں۔ چونکہ یہ مقیاسے خود بخود عمل نہیں کرتے اس لیے نامکمل ہوتے ہیں۔

اسپین کا مقیاسہ — اس میں منفذ کا رقبہ ارتفاع آب کے مطابق تبدیل ہوتا رہتا ہے اس کی ترکیب یہ ہے کہ ایک مخروطی ڈاٹ کو جس میں ایک ترنڈا لگا ہوا ہوتا ہے ایک گول سوراخ میں لٹکا دیا جاتا ہے۔ اس مستدیر سوراخ کو ایک پختہ کمرہ ب (شکل ۳۸) کے اُفقی فرش میں بناتے ہیں۔ اور یہ نہر کے پشتہ میں تعمیر ہوتا ہے۔ ایک پیتلی ڈاٹ ج ایک کھوکھلے پیتلی ترنڈے د کے ساتھ جوڑ دی جاتی ہے جو قائدوں میں انتصابی طور پر کام کرتی ہے۔ پانی ایک چنائی کے چاہ ع میں گرتا ہے جو کمرہ کے نیچے ہوتا ہے۔ اور وہاں سے نہر کے پشتہ میں سے ہوتا ہوا منقسم نہر میں پہنچتا ہے۔ اگر ن سوراخ کا نصف قطر ہو اور لا کسی نقطہ پر ڈاٹ کا نصف قطر دیا ہوا ہو تو پانی کے لیے کھلا ہوا رقبہ = π (ن^2 - لا^2)، پس اس طرح خ = میں π (ن^2 - لا^2) $\sqrt{2}$ج ر جس سے لا کی ترتیب وار قیمتیں ر کی مختلف قیمتوں کے لیے حاصل ہو سکتی ہیں۔ اور ڈاٹ کو ان کے موافق بنایا جا سکتا ہے۔ اسی قسم کے مقیاسہ میں سب سے بڑا نقص یہی ہے کہ اس میں بہت زیادہ اُتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس نقص کو جامیکا (Jamaica) کے کارہائے آبرسانی میں اس طرح دور کیا گیا کہ ڈاٹ کو ہم افقی حالت میں رکھا ہے۔ اور کڑیوں کے ذریعہ سے ایک ترنڈے کے ساتھ ملحق کر دیا گیا۔

لہ ملاحظہ ہو پروسیڈنگز آف انسٹیٹیوشن سیول انجینیرز۔ جلد ۶۵ از ۱۸۸۰ تا ۱۸۸۱ء۔

باب چہارم کی مثالیں

(۱) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۰ مربع میل ہے ۔ مساوات خ = ۵۰۰۰ ھ۲/۳ کے ذریعہ اعظم طغیانی کی تخمین کرو اور نکاس چادر کا طول دریافت کرو جس سے اُس اعظم رسد کا اخراج ہو سکے جب کہ چوٹی پر کی گہرائی ۲$\frac{1}{2}$ فٹ ہو (کلیہ ۱۸۸۸ء) ۔جواب (۱) ۴۲۰۵۶ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۴۷۳ فٹ ۔

(۲) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۵۴ مربع میل ہے اور اس کی ۲۵۰ فٹ لمبی ایک چادر ہے جس پر سے پانی کا گراؤ نمایاں ہے ۔ نکاس کی چوٹی پر بند کی اونچائی مطلوب ہے تاکہ طغیانی کے اعظم لیول کے اُوپر ۶ فٹ کی گنجائش رہے خ = ۵۰۰ ھ۲/۳ (کلیہ ۱۸۸۸ء) جواب ۱۰ فٹ ۔

(۳) ۱۰۰ فٹ لمبے نمایاں گراؤ کی چادر سے ۳ فٹ عمق پر اخراج ہوتا ہے ۔ یہ عمق کس قدر بڑھایا جائے اگر چادر کو ۵۰ فٹ چھوٹا کر دیا جائے ۔ اس کا کتنا طول ہوگا اگر عقبی پانی کے ۱ فٹ چوٹی سے اونچا ہو جانے سے ڈوب جائے اس طرح پر کہ مجموعی گہرائی جس پر کہ بہاؤ ہوتا ہے قائم رہے ۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔جواب (۱) ۱،۷۵ فٹ (۲) ۱۹ فٹ ۔

(۴) ۱۰۰ فٹ لمبی غرقاب چادر کی چوٹی پر پانی کی بالائی اور تحلی سطوح علی الترتیب ۶ فٹ اور ۲ فٹ ہیں ۔اور اوسط رفتارِ آمد ۴ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ اخراج کی تخمین کرو ۔ اور وہ گہرائی دریافت کرو جس سے اُتنی ہی مقدارِ آب بصورت نمایاں گراؤ ایک کنوے سے گذرے جس کا طول وہی ہو اور جس میں رفتارِ آمد نہ ہو ۔ (جامعہ ۱۸۸۳ء) ۔جواب (۱) ۵۲۱۲ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۶،۶ فٹ ۔

(۵) ایک چادر (Kalingula) کے اوج سے گذرنے والے پانی کی بلندی کو دریافت کرو جس کا طول ۴۰۰ فٹ اور جس کی رفتارِ آمد ۹ فٹ فی ثانیہ ہو ۔جب کہ اخراج ۱۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو ۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) ۔

جواب ۲ء۴ فٹ۔

(۶) پوری طرح سے بیان کرو کہ آبپاشی کی نہر کے اخراج کی پیمائش کس طرح سے ہونی چاہیے جب کہ نہر کی چوڑائی تقریباً ۹ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو جب کہ نتیجہ بہت صحت کے ساتھ مطلوب ہو۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء)۔

(۷) ایک دریا ۱۰۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے بہتا ہے۔ اُس کتوے کی بلندی دریافت کرو جس کے ذریعہ پانی ۳ فٹ اونچا ہو جائے۔ جواب ۸ فٹ۔

(۸) ایک دریا کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے اور چوڑائی ۳۰۰ فٹ اور گہرائی ۱۰ فٹ ہے اور جس کے کنارے انتصابی ہیں۔ ایک نمایاں گراؤ کے کتوے کے اُوپر بلندی کس قدر ہونی چاہیے تاکہ پورا اخراج ہو سکے۔
جواب - ۸ فٹ۔

(۹) ایک خاص رقبہ جس کا پانی چینار میں بہ کر جاتا ہے ۱۰۰۰ مربع میل ہے۔ ۸۰۰ فٹ لمبا ایک کتوا اس دریا پر تعمیر کیا گیا ہے۔ اور چوٹی اُس سیلابی سطح کے لیول سے ۳ فٹ نیچے رہتی ہے جو لیول بند کی تعمیر سے پہلے تھا۔ پانی کی رَو کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کتوے کے اَوج پر ندی کے پانی کی سطح کا لیول کس قدر بلند ہو جائیگا۔ خ = ۵۶۰ ہ۳/۴ (کلیہ ۱۸۸۳ء)
جواب ۶ء۸ فٹ۔

(۱۰) ایک دریا کا اعظم اخراج سیلاب میں ۶۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ ایک چادر پر سے گذرتا ہے جو ایک ایسے پل میں بنی ہوتی ہے جس کی ۱۵ کمانیں ہیں اور ہر ایک ۳۲ فٹ خانے کی ہے۔ چادر کی چوٹی پانی کی تہ سے ۹ فٹ اونچی ہے۔ رفتارِ آمد ۸ فٹ فی ثانیہ۔ اگر چادر کے نیچے پیش چادر کی پنسال پر ۱۵ فٹ ہو تو دریافت کرو کہ سیلاب چوٹی پر کس بلندی تک اونچا ہوگا۔ س = ۵۰ء۲ س = ۰ء۷۵ (جامعہ ۱۸۹۲ء) جواب ۱ا فٹ

(۱۱) ایک تالاب کے دو توم ہیں جو علٰحدہ علٰحدہ ۱۸۰۰ اور ۱۲۵۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں۔ ہر ایک کے دہانے کی چوڑائی دریافت کرو جس سے

مطلوبہ اخراج حاصل ہوسکے جب کہ پانی کا عمق دہلیزوں پر ۴ فٹ ہو اور ہر ایک کی اونچائی ۱ فٹ۔ پانی کی مطلوبہ مقدار فی ثانیہ ایک مکعب فٹ ۵۰ ایکڑ کی سیرابی کے لیے درکار ہو (جامعہ ۱۸۸۱ء) ۔جواب (۱) ۳٫۸ فٹ (۲) ۲٫۷ فٹ۔

(۱۲) ایک تالاب کے ۳ توم ہیں جو بالترتیب ۵۰۰، ۸۰۰ اور ۱۲۰۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں۔ ہر ایک کی دہلیز بالترتیب ۱۸، ۲۰ اور ۲۵ فٹ (پ۔ت۔ل) سے نیچے ہے اور ہر ایک دہانہ کی چوڑائی ۱ فٹ ہے۔ دہانوں کی وہ بلندیاں دریافت کرو جن سے ایسے اخراج ہوں کہ وہ ۶۰ ایکڑ کی رسد کے لیے بحساب ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ کی سیرابی کے لیے کافی ہو جب کہ پانی ۱۲ فٹ (پ۔ت۔ل) سے نیچے ہو۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء)۔ جواب (۱) ۸٫۵ انچ (۲) ۱۱٫۸ انچ (۳) ۱۳٫۶ انچ۔

(۱۳) ایک تالاب کے توم سے اخراج کی شرح دریافت کرنی مطلوب تھی ۔ مجھے معلوم ہوا کہ مستدیر سوراخ میں جس کا قطر ۴ انچ ہے اور ۲۰ فٹ سطح آب سے نیچے واقع ہے پانی خارج ہو رہا ہے۔ بتاؤ پانی کس شرح سے خارج ہو رہا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۸۷ء) ۔جواب ۔ ۲ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۱۴) ایک غرقاب مستطیلی توم کے ابعاد معلوم کرو جو ۹ انچ کے ارتفاع سے پانی کا ایک ایسا اخراج کرتا ہے جس سے ۲۰۰۰ ایکڑ زمین بحساب ۲ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ سیراب ہو سکے ۔ (جامعہ ۱۸۸۷ء) جواب ۔ ۲ فٹ $\frac{1}{2}$۳ فٹ۔

(۱۵) ایک مبدا آبگیرہ (توم) کی آب راہ کے لیے کتنے مربع فٹ کا رقبہ درکار ہوگا کہ جس سے ۵۰۰۰ مکعب گز فی گھنٹہ کی رسد ۹ انچ ارتفاع کے ساتھ حاصل ہو سکے (جامعہ ۱۸۸۸ء) ۔جواب ۔ ۶۸ مربع فٹ۔

(۱۶) ایک تالاب میں سے ایک سڑک کو گذارنا ہے ۔اور سڑک کے کٹے میں سے اعظم اخراج کو گذارنے کی گنجائش رکھی جاتی ہے ۔ معطیات مندرجۂ ذیل ہیں :۔

پن بہاؤ مجرے سے اخراج ۱۲۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ تخمیناً

بند کی چوٹی کا لیول ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۵۰۰۵۰ }
اعظم پانی کا لیول (ا ۔ پ ۔ ل) ۔ ۔ ۔ ۔ ۴۴۰۰ }
پ ۔ ت ۔ ل ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۴۵۰۰ } اوسط سمندری لیول ا ۔ س ۔ ل کے اوپر
کشادہ راہ کے فرش کی سطح زمین کا لیول ۔ ۔ ۔ ۴۰۰۰ }

پانی کا لیول پل کے دہانہ کے اوپر تالاب کے ا ۔ پ ۔ ل سے ۶ انچ سے زائد اونچا نہ ہونا چاہیے ۔ مطلوبہ آب راہ کا طول دریافت کرو ۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء) جواب ۔ ۹۵ فٹ

(۱۷) ایک چادر (Kalingula) کا طول ۲۰۰ گز ہے جس پر سے ۳ فٹ پانی ۸ فٹ فی ثانیہ رفتار آمد کے ساتھ گذرتا ہے ۔ اس میں ۱۰۰ موکھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۴ فٹ اونچا ہے اور جن کے سر چادر (Kalingula) کی چوٹی تک پہنچتے ہیں ۔ اخراج کی تخمین کرو جب کہ تمام توم کھول دیے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو ۔
جواب ۔ ۲۶۴۲ مکعب فٹ ثانیہ ۔

(۱۸) ایک ایسا ضابطہ دریافت کرو کہ جس سے پانی کے لیول میں وہ زیادتی معلوم ہو جائے جو کسی ندی کے کناروں کے درمیان پایوں کی تعمیر سے تراشی رقبہ میں کمی کی وجہ سے ہو ۔ (جامعہ ۱۸۸۱ء) ۔

(۱۹) ۲۰۰ فٹ چوڑی اور ۵ میل فی گھنٹہ رفتار رکھنے والی ایک ندی کی سطح کس قدر بلند ہو جائیگی جب کہ اس پر ۴ خانوں کا ایک پل جن کے پائے ۶ فٹ چوڑے ہوں تعمیر کیا جائے ۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) ۔
جواب ۔ ۳۰۳ انچ ۔

(۲۰) ایک ۲۰۰ فٹ چوڑی ندی پر جس کے کنارے انتصابی واقع ہوئے ہیں ایک پل بنانا ہے ۔ کس قدر آب راہ درکار ہوگا تاکہ ابھار ۶ انچ سے زائد نہ ہونے پائے ۔ سیلاب میں ندی کا عمق ۱۰ فٹ ہوتا ہے اور اسی گہرائی پر اوسط رفتار ۴ فٹ فی ثانیہ دریافت کی گئی ہے ۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) جواب ۔ ۱۴۴ فٹ ۔

(۲۱) ایک پل ندی پر بنایا گیا ہے جس کی وجہ سے پانی میں

۹ انچ کا ارتفاع پیدا ہوگیا ہے۔ پل کے نیچے اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ اور عمق آب ۸ فٹ ہے۔ وہ رفتار معلوم کرو جس سے کہ ندی خانوں میں سے گذرتی ہے اور نیز ندی کی چوڑائی اور پل کی آب راہ کی نسبت معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء) جواب (۱) ۸٫۳ فٹ ثانیہ (۲) (۱٫۶۶ : ۱)۔

(۲۲) آبپاشی کے ایک توم سے مستقل پانی کا اخراج کس طرح حاصل ہوگا اگر ارتفاع میں اتفاقیہ تغیر ہوتا رہے؟ (جامعہ ۱۸۸۱ء)۔

(۲۳) ۱۸۸۵ء میں بوجہ سیلاب جب کہ کالی ندی کا آب گذر تباہ ہوا تھا تو ندی میں چڑھاؤ سمت اور بہاؤ سمت گہرائیاں علی الترتیب ۲۷ فٹ اور ۲۴ فٹ تھیں جس سے ۳ فٹ ابھار حاصل ہوا۔ کھلی آب راہ ۲۷۵ فٹ تھی اور رفتار آمد ۳ فٹ فی ثانیہ تھی۔ سیلاب کے اخراج کی تخمین کی جائے۔ قدر = ۹۵ء (جامعہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب ۔ ۱۷۲۲۶۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۲۴) ذیل میں ایک تالاب کی چادر کی مختلف بلندیاں دی گئی ہیں جس کا طول ½۶۲ فٹ ہے:—

بند کی چوٹی	....	۲۹٫۵۷
ا' پ' ل'	(M.W.L.) ...	۲۸٫۳۲
پ' ف' ت' ل'	(F.T.L.) ...	۲۴٫۳۲
نکاس نالے کی تہ	....	۲۰٫۰۰

چادر کے طول کو اتنا بڑھانا مقصود ہے تاکہ بند کی چوٹی اور ا' پ' ل' کے درمیانی فصل ۲ فٹ کی ہو تو چادر کا طول کس قدر بڑھایا جائے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب ۔ ½۸۵ فٹ۔

(۲۵) ایک تالاب کا فراہمی مجرئے ۱۰ مربع میل ہے۔ چادر کا وہ کونسا طول ہوگا جو پانی کو ۲ فٹ ارتفاع سے لے جا سکے ۔ جب کہ بارش ۲۴ گھنٹے میں ۴ انچ حاصل ہوتی ہے اور جس کا ۵۰ فی صدی حصہ تالاب میں پہنچتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) ۔جواب ۔ ۶۱ فٹ۔

باب پنجم

متغیر ارتفاع کے تحت اخراج

(مضامین)

پلیٹ ۵

(۵۳) ہم نے اب تک یہ تصور کیا تھا کہ جس ارتفاع کے تحت اخراج ہوتا ہے وہ مستقل رہتا ہے۔ اگر ایک پانی کے برتن میں سے ایک منفذ سے اخراج ہو رہا ہو اور پانی کی آمد اتنی نہ ہو جس سے اخراج کی تلافی ہو سکے تو پانی کی سطح گرتی جاتی ہے اور ارتفاع گھٹتے گھٹتے صفر ہو جاتا ہے۔ یہ ممکن ہے کہ برتن منشوری ہو یا نہ ہو اور منفذ سے پانی خارج ہو کر ضایع ہو جائے یا کسی دوسرے برتن میں منتقل ہو۔ ہم در اصل منشوری ظروف سے اور فی الحال ایسے منفذوں کی حد سے آگے نہ بڑھیں گے جن سے اخراج ہو کر ضایع ہو جاتا ہے۔

پینٹ ۵

(۵۴) - مستوری ظروف سے آزاد اخراج ——— (دفعات ۴، ۲۶)

میں اِس بات کی تشریح ہوچکی ہے کہ کسی ارتفاع یا بلندی کے تحت بہاؤ کی نظری رفتار وہ ہے جو ایک ذرہ میں اُس بلندی سے آزادانہ گرنے میں پیدا ہوسکتی ہے یا وہ رفتار ہے جس سے اگر ذرہ کو اوپر کی طرف پھینکا جائے تو اُس خاص بلندی تک پہنچ جائے۔ پس اگر پانی کی سطح منفذ تک نیچے اُترے یا منفذ سے اُوپر چڑھے تو بہاؤ کی رفتار میں ارتفاع کے ساتھ ٹھیک اُسی طرح کا تغیر ہوگا جس طرح کہ ذرہ کی رفتار میں ہوگا۔

فرض کرو کہ و ثانیوں میں رفتار صفر سے ر تک متغیر ہوجاتی ہے۔ بعد ۱، ۲، ۳ .... و ثانیوں کے رفتار ج، ۲ج، ۳ج، ..... ج و فٹ ہوگی۔ فرض کرو کہ خط ب ج (شکل ۳۹) میں و ثانیوں کو ظاہر کرتا ہے اور ج د سے ج و (= ر) فٹ مراد ہے۔ تو صاف ظاہر ہے کہ کسی لحظہ میں رفتار مثلث ب ج د کے متناظر معین (Corresponding ordinate) سے معلوم ہوجاتی ہے۔ پس وقت و میں ان تمام رفتاروں کا اوسط ہوگا

ج و/۲ = ر/۲ = √(۲ج ا)/۲ یعنی اعظم رفتار کا نصف۔ پس اخراج ایسی حالت میں کہ ارتفاع ا سے صفر تک یا صفر سے ا تک متغیر ہو اُس اخراج کا نصف ہوتا ہے جو اُسی وقت میں ایک مستقل ارتفاع ا کے تحت ہوتا ہو۔

چونکہ اوسط رفتار ہے ½ √(۲ج ا) = √(۲ج ا/۴)، اس لیے معلوم ہوا کہ اوسط ارتفاع ا/۴ ہے۔

(۵۵) - **خالی کرنے یا بھرنے کا وقت** ——— فرض کرو کہ س برتن کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ ہے، ا منفذ کے اُوپر اعظم عمق ہے اور و

پلیٹ ۵

وہ وقت ہے جو ارتفاع کو اَ سے صفر تک یا صفر سے اَ تک لانے میں صرف ہوتا ہے ۔

منفذ کا اوسط اخراج فی ثانیہ ہوگا $\text{س ق } \tfrac{1}{2} \sqrt{\text{۲ ج اَ}}$

∴ منفذ کا پورا اخراج ہوگا $\text{س ق } \tfrac{1}{2} \sqrt{\text{۲ ج اَ}} \times \text{و}$

لیکن برتن سے پورا اخراج س اَ ہے ۔

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{۲ س اَ}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اَ}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲۹)$$

یا یہ وقت اُس کا دوگنا ہوگا جو اُسی حجم کو ایک مستقل ارتفاع اَ کے تحت خارج کرنے میں صرف ہوتا ہے ۔

اگر ارتفاع اَ سے اِ تک گھٹتا ہو یا اِ سے اَ تک بڑھتا ہو تو:—

اَ سے صفر یا صفر سے اَ تک وقت ہوگا $\dfrac{\text{۲ س اَ}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اَ}}}$

یا اِ سے صفر یا صفر سے اِ تک وقت ہوگا $\dfrac{\text{۲ س اِ}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اِ}}}$

لیکن آخرالذکر دفعہ وقت غیر صرف شدہ ہے ۔

∴ حقیقی وقت ہُوا $\dfrac{\text{۲ س اَ}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اَ}}} - \dfrac{\text{۲ س اِ}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اِ}}}$ یا

$$\text{و} = \frac{\text{۲ س}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}} \left(\sqrt{\text{اَ}} - \sqrt{\text{اِ}} \right) \quad \ldots\ldots (۳۰)$$

مثال (۳۰) ۔ ایک ۴۷٫۷۵ انچ قطر والے استوانہ نما برتن میں ایک منفذ ہے جس کا قطر ۰٫۲ انچ ہے اور مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ ۳۵ ثانیوں میں سیالی سطح ۱۶ انچ سے ۱۲ انچ تک گہرائی میں گر جاتی ہے۔

پلیٹ ۵

قدر اخراج معلوم کرو جب کہ ج = ۳۲٫۱۹۴۸ -

س = $\frac{۲ س}{و × ق \sqrt{۲ ج}}$ ($\sqrt{ا}$ - $\sqrt{و}$) = $\frac{۲ × (۵۲٫۷۴)^۲}{۵۴ × (۰٫۱۲)^۲ × ۳۲٫۱۹۴۸}$ ($\sqrt{\frac{۳۶}{۴}}$ - ۱)

= $\frac{۳۳٫۰۲۸}{۵۴ × ۰٫۹۴ × ۴۳٫۰۱۲}$ (۱٫۱۵۵ - ۱) = ۰٫۶۰

(۵۶) - دفعات ۵۴ اور ۵۵ کے مضمون کو احصاء (Calculus) کی مدد سے ذیل کے طریقہ پر معلوم کر سکتے ہیں :-

فرض کرو کہ فرو وقت میں برتن کے اندر سطحی اُتار فرلا ہے - برتن میں حجم کا فرق ہوگا س فرلا اور سوراخ سے اخراج ہوگا س ق $\sqrt{۲ ج لا}$ فرو

یہ دونوں مساوی ہیں ∴ $\frac{فرو}{فرلا}$ = $\frac{س}{س ق \sqrt{۲ ج لا}}$

∴ و = $\frac{س}{س ق \sqrt{۲ ج}}$ $\int_{و}^{ا}$ لا$^{-\frac{۱}{۲}}$ فرلا = $\frac{۲ س}{س ق \sqrt{۲ ج}}$ ($\sqrt{ا}$ - $\sqrt{و}$)

(۵۷) کسی دیے ہوئے وقت میں اخراج

فرض کرو کہ و معلوم وقت ہے جس میں ارتفاع اَ سے و تک بدلتا ہے اور یہ بھی فرض کرو کہ اَ یا و میں سے کوئی ایک معلوم ہے - خارج شدہ حجم ہوگا س (اَ - و) -

مساوات (۳۰) کی مدد سے، $\sqrt{ا}$ - $\sqrt{و}$ = $\frac{س ق \sqrt{۲ ج} × و}{۲ س}$ جس سے اَ یا و معلوم ہو سکتا ہے بشرطیکہ ان میں سے ایک معلوم ہو -

مثال (۳۱) - ایک مربع نشوری حوض میں جس کا ضلع ۳ فٹ ہو ایک سوراخ ہے جس کا قطر ۰٫۰۹ فٹ ہے، جو ۶ فٹ سطح کے نیچے واقع ہے - ۴$\frac{۱}{۲}$ دقیقوں میں اخراج معلوم کرو جب کہ س = $\frac{۵}{۸}$ -

$\sqrt{ا}$ - $\sqrt{و}$ = $\frac{س ق \sqrt{۲ ج} × و}{۲ س}$ یہاں و = ۲۷۰ ثانیے، اَ = ۶ فٹ،

ق = ۰٫۰۰۶۳۶ مربع فٹ، س = ۹ مربع فٹ -

پلیٹ ۵

∴ √ہ‌ا − √ہ = (۲۷۰ × ۸ × ۰٫۰۰۶۳۴۶ × ۵/۸) / (۹ × ۲) = ۰٫۴۷۷

∴ √ہ = ۲٫۴۴۹ − ۰٫۴۷۷ = ۱٫۹۷۲ ∴ ہ = ۳٫۸۹

اخراج مطلوبہ ہوا س (اَ − ہ) = ۹ (۶ − ۳٫۸۹) = ۱۹ مکعب فٹ

(۵۸) - نہری پن تالے —— اشکال نمبر ۴۰ کے مطالعہ سے

واضح ہوگا کہ پن تالا ایک مستطیلی پختہ خانہ ہوتا ہے جو ایک نہر کی دو سیدھی گزروں (Reaches) ب اور ج کے اتصال پر بنایا جاتا ہے۔ ان گزروں کی سطحیں مختلف لیولوں پر ہوتی ہیں اور پن تالے کی مدد سے کشتیوں کو ایک سطح سے دوسری پر منتقل کر دیتے ہیں۔ نہر کی دونوں گزروں کے درمیان جو پانی کی سطحوں کا فرق ہوتا ہے اسے تالے کی اٹھاؤ (Lift) کہتے ہیں۔ پن تالے کا پختہ خانہ دونوں طرف مضبوط دروازوں کی ایک ایک جوڑی د ع سے بند ہوتا ہے۔ اور ان میں سے کوئی سی جوڑی اس وقت تک کھل نہیں سکتی جب تک کہ جوڑی کے ہر دو جانب پانی کی سطح ایک ہی لیول پر نہ آجائے۔ پورا بھر جانے کی صورت میں پن تالے کو توموں ف کے ذریعہ خالی کر سکتے ہیں۔ یہ توم زیرین گزر میں پانی کی سطح کے نیچے، نیچے والے دروازوں میں ہوتے ہیں، یا اس کو ان نلیوں کے ذریعہ سے بھی خالی کر سکتے ہیں جو پہلو کی دیواروں میں ہوتی ہیں۔ اور اگر پن تالا خالی ہو تو یہ نہر کی بالائی گزر میں سے ان نلیوں کی مدد سے جو نقطہ گ پر سے نکلتی ہیں اور نہر کی زیرین گزر میں تالے کے پہلوؤں میں مقام ح پر پانی کی سطح کے اوپر یا نیچے کھلتی ہیں بھرا جا سکتا ہے۔ موکھے پھسلواں پھاٹکوں کے ذریعہ بند کر دیے جاتے ہیں۔ پن تالے کا پُر کرنا یا خالی کرنا نہر کی گزروں پر کوئی نمایاں اثر نہیں کرتا۔

فرض کرو کہ ایک کشتی کو زیرین گزر سے بالائی گزر میں منتقل کرنا ہے۔ اب اگر پن تالے کا پختہ خانہ پانی سے بھرا ہوا ہے تو اسے زیرین دروازوں کے توموں ف کو کھول کر خالی کرنا ہوگا۔ اس کے بعد ان توموں کو بند کر دیتے ہیں اور دروازے ع کھول دیے جاتے ہیں، کشتی خانہ (Chamber) میں

پلیٹ ۵

چلی جاتی ہے اور دروازے بند کردیے جاتے ہیں - اب بالائی توم کھول دیے جاتے ہیں اور خانہ کو بتدریج بھرتے ہیں - جب یہ بھر جاتا ہے تو بالائی دروازے دکھول دیے جاتے ہیں اور کشتی نہر کی بالائی گزر میں چلی جاتی ہے -

(۵۹) - تالوں کی تجویز کرنے میں بھرائی کا اور خالی کرنے کا وقت ضرور حل کرلینا چاہیے -

فرض کرو کہ پن تالے کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ س ہے، اَ اٹھاؤ (Lift) ہے، اور ر وہ عمق ہے جو نہر کی بالائی گزر کی سطح سے بالائی توم کے اخراجی منفذ کے مرکز تک ہے - $ق_۱$ اور $ق_۲$ بالترتیب بالائی اور زیرین توم کے کشادہ راستوں کے رقبے ہیں -

(۱) پن تالے کو خالی کرنے کے لیے --- توم چونکہ غرقاب ہے اس لیے ارتفاع کا تغیر اَ سے صفر تک ہوتا ہے - وقت مطلوبہ مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوا -

$$و = \frac{۲\,س\,\text{اَ}}{س\,ق_۲\sqrt{۲\,ج\,\text{اَ}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳۱)$$

(۲) پن تالے کو پُر کرنے کے لیے --- نہر کی زیرین گزر کے لیول سے توم کا کشادہ راستہ مرکز تک بھرنے کے لیے ارتفاع مستقل ہے یعنے ر ہے -

اس لیے وہ وقت جو توم کے مرکز تک صرف ہوتا ہے مساوات (۶) کی مدد سے ہوگا

$$و_۱ = \frac{س\,(\text{اَ} - ر)}{س\,ق_۱\sqrt{۲\,ج\,ر}}$$

توم کے موکھے کے مرکز سے اوپر کی شاخ کی سطح تک ارتفاع کا تغیر ر سے صفر تک ہوتا ہے - اس لیے اس حصہ میں جو وقت صرف ہوتا ہے مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوگا -

پلیٹ ۵

$$و_۲ = \frac{۲ س \sqrt{ر}}{س ق_۲ \sqrt{۲ ج}}$$

پس مجموعی وقت ہوگا۔

$$و = و_۱ + و_۲ = \frac{س (\sqrt{أ} + \sqrt{ر})}{س ق_۲ \sqrt{۲ ج}} \quad \text{(۳۲)}$$

(۶۰) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں تین معیاری پیمانہ کے بن تالے کے گھر استعمال ہوتے ہیں، یعنی ۱۵۰ × ۲۰، ۱۰۵ × ۱۵ اور ۷۰ × ۱۰۔ توم خواہ وہ پلیاں ہوں یا پھاٹک کواڑیاں ہوں معمولی طریقہ پر پھسلواں پھاٹک سے بند کیے جاتے ہیں اور اخراج کو ہم ایک پتلی تختی میں سے ہوتا ہوا خیال کرسکتے ہیں جس کا س = ۶۲ء[ل] ۔ بغلی پلیوں کی عمودی تراش اُن کے موکھے سے زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار کم ہو کر سلامت حدود تک پہنچ جائے۔

مثال (۳۲) ۔ ایک بن تالا جس کے ابعاد ۸۰ فٹ اور ۱۵ فٹ ہوں اور جس کا اُٹھاؤ (Lift) ۹ فٹ ہو دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ گہرا ہے اور جن کے مرکز بالائی حصۂ نہر کی سطح آب سے ۶ فٹ نیچے واقع ہیں ۔ اور دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۲ مربع فٹ ہے اور جن کے مرکز زیرین حصۂ نہر کی سطح آب کے ۴ فٹ نیچے ہیں ۔ بتاؤ کہ ایک کشتی کو گذرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا جو بالائی پھاٹک پر اس وقت پہنچتی ہے جب کہ بن تالا خالی ہے اس بات کا خیال رکھا جائے کہ پھاٹکوں کو کھولنے اور بند کرنے میں اور کشتی کو کھینچنے میں ۵ منٹ صرف ہوتے ہیں ۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔

یہاں س = ۸۰ × ۱۵ = ۱۲۰۰ مربع فٹ ۔

أ = ۹، ر = ۶، ق_۱ = ۱۶ مربع فٹ، ق_۲ = ۸ مربع فٹ ۔

[ل] ڈابسن (D'Aubuisson) کے تجربوں سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ دو مساوی متصل توموں سے اخراج بہ نسبت ایک میں کے دوگنے اخراج سے کم ہوتا ہے ۔ اس لیے قدر بعض اوقات ۵۵ء تک کم لی جاتی ہے ۔

پلیٹ ۵

$$\text{بھرنے کا وقت} = \frac{\text{س}(\text{أ}_1+\text{ر})}{\text{س ق}_1\sqrt{\text{۲ج ر}}} = \frac{۱۵\times ۱۲۰۰}{۸\sqrt{۶}\times ۱۶\times \frac{۵}{۸}} = ۹۲\ \text{ثانیہ}$$

$$\text{خالی کرنے کا وقت} = \frac{\text{۲س أ}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج أ}}} = \frac{۹\times ۱۲۰۰\times ۲}{۳\times ۸\times ۸\times \frac{۵}{۸}} = ۱۸۰\ \text{ثانیہ}$$

مجموعی وقت مساوی ہوگا ۱ دقیقہ ۳۲ ثانیہ + ۵ دقیقہ صفر ثانیہ + ۳ دقیقہ صفر ثانیہ = ۹ دقیقہ ۳۲ ثانیہ ۔

مثال (۳۴) ۔ ایک پن تالا ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے ۔ یہ دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۴ فٹ گہرا ہے اور یہ توم بالائی پھاٹک میں ہیں ۔ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں میں پانی کے لیول اور توموں کے مرکز پن تالے کے فرش کے اوپر بالترتیب ۱۲ فٹ، ۵ فٹ، اور ۷ فٹ ہیں ۔ بتاؤ کہ توموں کے کھولنے کے بعد صرف تیسرے دقیقہ میں کتنے مکعب فٹ پانی پن تالے کے اندر داخل ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۸۴ء) ۔

یہاں س = ۱۵۰ × ۱۶، أ = ۷ فٹ، ر = ۵ فٹ، ق = ۱۲ مربع فٹ

فرض کرو کہ تیسرے دقیقہ کے شروع اور اخیر میں ر_1، ر_2 ارتفاع ہوں ۔ مستقل ارتفاع ۵ فٹ کے تحت، توموں کے مرکز تک بھرنے میں وقت ہوگا:۔

$$\frac{\text{س}(\text{أ}-\text{ر})}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج ر}}} = \frac{(۱۵۰\times ۱۶)(۷-۵)}{۸\sqrt{۵}\times ۱۲\times \frac{۵}{۸}} = ۳۵٫۸\ \text{ثانیہ} ۔$$

∴ توم کے مرکز تک بھرنے کے وقت سے تیسرے دقیقہ کے شروع تک وقفہ ہوگا ۱۲۰ − ۳۵٫۸ = ۸۴٫۲ ثانیہ ۔

$$\text{پس}\ ۸۴٫۲\ \text{ثانیہ} = \frac{\text{۲س}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}}\left(\sqrt{\text{ر}}-\sqrt{\text{ر}_1}\right)$$

$$= \frac{۱۶\times ۱۵۰\times ۲}{۸\times ۱۲\times \frac{۵}{۸}}\left(\sqrt{۵}-\sqrt{\text{ر}_1}\right)$$

$$\text{جہاں سے}\ \sqrt{\text{ر}_1} = ۱٫۱۸۴$$

$$\therefore\ \text{ر}_1 = ۱٫۳۹۲$$

$$\text{پھر}\ ۶۰\ \text{ثانیہ} = \frac{\text{۲س}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}}\left(\sqrt{\text{ر}_1}-\sqrt{\text{ر}_2}\right)\ \text{جہاں سے}\ \text{ر}_2 = ۰٫۱۸۸$$

پلیٹ ۵

مطلوبہ اخراج = $\text{س}\,(\text{ل}_۱ - \text{ل}_۲) = ۱۵۰ \times ۱۶ \times ۱٫۲۰۴ = ۲۸۹۰$ مکعب فٹ

(۶۱) **ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج** ـــ اگر ایک منشوری ظرف سے بذریعہ مستطیلی کٹھنہ اخراج ہورہا ہو تو فرض کرو کہ و وہ وقفہ ہے جس میں ارتفاع $\text{ا}_۱$ سے گھٹ کر $\text{ا}_۲$ ہوجاتا ہے۔ لا کسی لحظہ میں ارتفاع ہے اور فرلا سطحی اُتار فرو وقت میں ہے۔

برتن میں حجم کی تبدیلی ہوگی س × فرلا۔

کٹھنہ سے اخراج ہوگا $\frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}\;\text{لا}^{\frac{۳}{۲}}\,\text{فرو}$

یہ مساوی ہیں ∴ $\frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\text{س}}{\frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}\;\text{لا}^{\frac{۳}{۲}}}$

$$\therefore \text{و} = \frac{۳}{۲}\,\frac{\text{س}}{\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}}\int_{\text{ا}_۲}^{\text{ا}_۱} (\text{لا})^{-\frac{۳}{۲}}\,\text{فرلا}$$

$$= \frac{۳\,\text{س}}{۲\,\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}}\,(-۲)\left\{\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۱}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۲}}\right\}$$

$$\text{یا}\;\; \text{و} = \frac{۳\,\text{س}}{\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۲}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۱}}\right) \quad\ldots\ldots\ldots (۴۳)$$

مثال (۴۴) ۔ ایک تالاب میں جس کے پانی کا پھیلاؤ ایک چوتھائی مربع میل ہے اس میں ایک ۶۰ فٹ لمبی چادر ہے جس کی چوٹی پر ۳ فٹ گہرائی کے ساتھ اخراج ہوتا ہے۔ اگر یہ فرض کرلیا جائے کہ تالاب میں پانی کی کوئی درآمد نہیں ہے تو وہ وقت بتاؤ جس میں سطح ایک فٹ گرجائیگی۔ (جامعہ سنہ ۱۸ء)۔

یہاں $\text{س} = \frac{۵۲۸۰ \times ۵۲۸۰}{۴}$، $\text{ل} = ۶۰$، $\text{ا}_۱ = ۳$، $\text{ا}_۲ = ۲$، $\text{ں} = \frac{۱}{\sqrt{۳}}$

$$\text{و} = \frac{۳\,\text{س}}{\text{س ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۲}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_۱}}\right)$$

$$= \frac{۱۳۲۰ \times ۵۲۸۰ \times ۳}{۸ \times ۶۰ \times \sqrt{۳}}\left(\frac{۱}{\sqrt{۲}} - \frac{۱}{\sqrt{۳}}\right) \text{ثانیے}$$

$$= ۵۴۹٫۴ \;\text{دقیقے}$$

پلیٹ ۶

(٦٢) - غیر منشوری ظروف سے اخراج ـــــ اگر برتن جس میں سے اخراج ہورہا ہو منشوری نہیں ہے تو اُس نسبت کی قیمت جو متغیر ارتفاع کے تحت خالی کرنے کے وقت کو اُس وقت کے ساتھ ہے جب کہ ارتفاع مستقل ہے کبھی ۲ نہیں ہوتی پس قانہ نما ظروف کے لیے یہ نسبت $\frac{۱}{۳}$ ۱ ہوتی ہے - اور مخروطِ مضلع ظروف کے لیے $\frac{۱}{۵}$ ۱ جب کہ قانے یا مخروطِ مضلع کا قاعدہ پانی کی سطح ہو۔

اس کا حساب لگانے کے لیے جو طریقہ اختیار کیا گیا ہے اُس کی توضیح ایک تدویری مکافی نما (شکل ۴۱) سے ہو سکتی ہے۔ راس کو مبدا مان کر۔

فرض کروکہ ل، سطح کی بلندی پر محدد ہیں

ل، منفذ کی بلندی پر 〃

لا، ما کسی بلندی پر 〃

فرض کروکہ سطح، فرو وقت میں فرلا اُتر جاتی ہے - اخراج شدہ حجم فرو وقت میں π ما^2 × فرلا ہوگا - مگر چونکہ ارتفاع لا - ل، ہے، اس لیے منفذ سے جس کا رقبہ ق ہے اخراج کا حجم مساوی ہوگا س ق $\sqrt{2\text{ج}(\text{لا}-\text{ل}_1)}$ فرو۔

اب ما^2 = $\frac{\text{ر}^2}{\text{ل}}$ لا

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\pi\,\text{ر}^2}{\text{س ق ل}\sqrt{2\text{ج}}} \times \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا} - \text{ل}_1}}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{\pi\,\text{ر}^2}{\text{س ق ل}\sqrt{2\text{ج}}} \int_{\text{ل}_1}^{\text{ل}} \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا} - \text{ل}_1}}\,\text{فرلا}$$

فرض کروکہ $\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1} = \text{ظ}$ ، $\frac{\text{فرلا}}{\text{فرظ}} = 2\,\text{ظ}$

$$\therefore \int \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1}}\,\text{فرلا} = \int \frac{\text{ظ}^2 + \text{ل}_1}{\text{ظ}} \times 2\text{ظ} \times \text{فرظ}$$

$$= 2\left(\frac{\text{ظ}^3}{3} + \text{ل}_1\text{ظ}\right) = \frac{2}{3}(\text{لا}-\text{ل}_1)^{\frac{3}{2}} + 2\text{ل}_1(\text{لا}-\text{ل}_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$پس\ و = \frac{\pi ر^2}{س\ ق\ ل \sqrt{۲ج}} \left\{ \frac{۲}{۳} (ل - ل_۱)^{\frac{۳}{۲}} + ۲ل_۱ (ل - ل_۱)^{\frac{۱}{۲}} \right\}$$

اگر منفذ راس پر ہو تو $ل_۱ = ۰$

$$\therefore و = \frac{۲}{۳} \times \frac{\pi ر^2 \sqrt{ل}}{س\ ق \sqrt{۲ج}} \quad \text{.........} \quad (۴۴)$$

اب چونکہ مکافی نما کا حجم $\frac{۱}{۲} \pi ر^2 ل$ کے مساوی ہوتا ہے اس لیے ایک مستقل ارتفاع ل کے تحت اخراج کا وقت ہوگا $\frac{\frac{۱}{۲} \pi ر^2 ل}{س\ ق \sqrt{۲ج\ ل}}$ - اس کا اگر (۴۴) کے ساتھ مقابلہ کیا جائے تو ہمیں معلوم ہوگا کہ اوقات کی نسبت ہے $\frac{۲}{۳} \div \frac{۱}{۲} = ۱\frac{۱}{۳}$ ، یا وہی جو فانہ نما برتنوں کے لیے ہوتی ہے۔

(۶۳) - غیر منتظم مجروں سے اخراج —— مجرے کے ڈھالوں کا

جب کہ خزانۂ آب خالی ہو ہر ایک فٹ یا دو فٹ عمق پر ہم ارتفاعی خطوط لگا لینے چاہییں۔ اور ہر ہم ارتفاعی خط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبہ کا تخمینہ کر لینا چاہیے۔ تب متصلہ ہم ارتفاعی خطوط کے کسی درمیانی پرت کا اخراج تقریباً وہی لیا جاتا ہے جو ایک ایسے منشوری ظرف سے ہوتا ہو جس کا رقبہ ان دو پانی کے پھیلاؤں کے رقبہ کا اوسط ہو جو پرت کو گھیرے ہوئے ہیں۔

فرض کرو کہ $س، س_۱، \ldots\ldots س_ن$ (شکل ۴۲) تالاب کے یکے بعد دیگرے ہم ارتفاعی خطوط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبے ہیں۔

$ر، ر_۱، \ldots\ldots ر_ن$ اخراجی منفذ پر ارتفاع۔

$و_۱، و_۲، \ldots\ldots و_ن$ متسلسل پرتوں سے اوقاتِ اخراج۔

$$و_۱ = ۲ \frac{\frac{۱}{۲}(س + س_۱)}{س\ ق \sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{ر} - \sqrt{ر_۱} \right)$$

$$و_۲ = \frac{س_۱ + س_۲}{س\ ق \sqrt{۲ج}} \left(\sqrt{ر_۱} - \sqrt{ر_۲} \right)$$ اور اسی طرح

$$\therefore\ \text{و} = \text{و}_1 + \text{و}_2 + \cdots \text{و}_4 = \frac{1}{\text{س ق ما}\sqrt{2\text{ج}}}\Big\{ \text{س}_0\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_0} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_1}\right) + \text{س}_1\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_0} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_2}\right)$$
$$+ \text{س}_2\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_1} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_3}\right) + \text{س}_3\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_2} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_4}\right)$$
$$+ \text{س}_4\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_3} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_4}\right)\Big\} \ldots\ldots (35)$$

مثال (۳۵) — مندرجۂ ذیل شکل کے خزانۂ آب میں سے ۶ فٹ کی گہرائی کتنے وقت میں اتر جائیگی جب کہ بند کی ٹلیا میں سے جس کے موکھے کا رقبہ ۱ مربع فٹ اور قدر ۰٫۵ ہو اخراج ہو رہا ہے :—

ق_0 = ۶۰۰۰۰ مربع فٹ ر_0 = ۲۰٫۰۰ فٹ
ق_1 = ۴۹۵۰۰ 〃 ر_1 = ۱۸٫۵ 〃
ق_2 = ۴۱۰۰۰ 〃 ر_2 = ۱۷٫۰ 〃
ق_3 = ۳۲۵۰۰ 〃 ر_3 = ۱۵٫۵ 〃
ق_4 = ۲۶۵۰۰ 〃 ر_4 = ۱۴٫۰ 〃

یہاں $\text{س}_0\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_0} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_1}\right)$ = ۶۰۰۰۰ (۴٫۴۷۲ − ۴٫۳۰۱) = ۱۰۲۶۰۰
$\text{س}_1\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_0} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_2}\right)$ = ۴۹۵۰۰ (۴٫۴۷۲ − ۴٫۱۲۳) = ۱۷۲۷۵۵
$\text{س}_2\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_1} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_3}\right)$ = ۴۱۰۰۰ (۴٫۳۰۱ − ۳٫۹۳۶) = ۱۴۹۶۵۰
$\text{س}_3\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_2} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_4}\right)$ = ۳۲۵۰۰ (۴٫۱۲۳ − ۳٫۷۴۲) = ۱۲۳۸۲۵
$\text{س}_4\left(\text{ما}\sqrt{\text{ر}_3} - \text{ما}\sqrt{\text{ر}_4}\right)$ = ۲۶۵۰۰ (۳٫۹۳۶ − ۳٫۷۴۲) = ۵۱۴۱۰

۶۰۲۲۴۰

و = $\frac{۶۰۲۲۴٫۰}{۸×۱×٫۵}$ = ۱۵۰۶۰٫۰ ثانیہ = ۴٫۱۷ گھنٹے ۔

(۶۴) — غیر منتظم مجروں سے کھٹنہ کا اخراج —

وقت جو اخراج میں صرف ہوتا ہے اُس کی تخمین اس طرح ہو سکتی ہے کہ مجرے کو اُفقی پتلے پتلے پرتوں پر منقسم کر دیا جائے اور یکے بعد دیگرے مساوات (۳۳) کو استعمال کیا جائے ۔ دفعہ ۶۳ کی ترقیم سے طالب علم ذیل کے نتیجہ پر پہنچ سکتا ہے :—

پلیٹ ۶۔

$$د = \frac{3}{2 س ل \sqrt{2ج}} \Big\{ س_0\left(\frac{1}{\sqrt{ا_1}} - \frac{1}{\sqrt{ا_0}}\right) + س_1\left(\frac{1}{\sqrt{ا_2}} - \frac{1}{\sqrt{ا_0}}\right)$$

$$+ س_2\left(\frac{1}{\sqrt{ا_3}} - \frac{1}{\sqrt{ا_1}}\right) + س_3\left(\frac{1}{\sqrt{ا_4}} - \frac{1}{\sqrt{ا_2}}\right)$$

$$+ س_4\left(\frac{1}{\sqrt{ا_4}} - \frac{1}{\sqrt{ا_3}}\right)\Big\} \cdots\cdots (36)$$

(۶۵) ۔ ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں اخراج ۔

اِس صورت میں جیسے جیسے سطح ایک برتن میں اُترتی جاتی ہے اسی طرح دوسرے میں چڑھتی جاتی ہے اور موثر ارتفاع یا دونوں سطوح کے مابین فرق زیادہ تیزی کے ساتھ بہ نسبت اس صورت کے جب کہ ایک برتن سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہو گھٹتا ہے ۔

فرض کرو کہ برتنوں ب، ج میں بالترتیب $س_1$، $س_2$ پانی کی سطوح ہیں (شکل ۴۳) ۔ اور فرض کرو کہ کسی ایک لحظہ میں اَ، ا ارتفاع ہیں ۔ وہ وقت دریافت کرو جو اُس لحظہ سے دونوں برتنوں میں پانی کی ایک ہی سطح ہونے تک صَرف ہوتا ہے ۔

فرض کرو کہ برتن ب میں ابتدائی سطح سے دونوں کی یکساں سطح تک گہرائی لا ہے ۔ برتن ب سے برآمد، برتن ج کی درآمد کے مساوی ہے ۔

$$س_1 لا = س_2 (اَ - ا - لا) \therefore لا = \frac{س_2}{س_1 + س_2} (اَ - ا)$$

پس وقت و میں ایک ایسے ارتفاع کے تحت جو بتدریج (اَ - ا) سے صفر تک گھٹ جاتا ہو پورا اخراج ہوگا

$$س_1 لا = \frac{س_1 س_2}{س_1 + س_2} (اَ - ا)$$

پلیٹ ۶

لیکن یہ اخراج اس کا نصف ہے جو اُسی وقت میں ہوتا بشرطیکہ ارتفاع (اَ - ا) پر مستقل رہتا۔ مثلاً

$\frac{1}{2}\times$ س ق $\sqrt{2ج(اَ-ا)}\times$ و جہاں ق سوراخ کا رقبہ ہے۔

$$\therefore و=\frac{2 س_1 س_2 \left(\sqrt{اَ}-\sqrt{ا}\right)}{س ق \sqrt{2ج}\,(س_1+س_2)} \quad\ldots\ldots\ldots\ldots (۳۷)$$

اس جملے سے واضح ہوگا کہ خواہ کوئی بھی اخراجی برتن ہو وقت وہی صَرف ہوتا ہے۔ جب کہ دوہرے بن تالوں کی حالت میں مساوات (۳۷) بہت مفید ثابت ہوتی ہے۔ اگر برتن ایک دوسرے سے ایک نل کے ذریعہ جوڑ دیے جائیں تو س کی قیمت کو دفعہ (۲۱) سے حاصل کرلو۔

مثال (۳۶) —— پٹواں لوہے کا ایک مستطیلی حوض (شکل $\frac{۲۴}{۶}$) جو ۷ فٹ گہرا ہے، ایک پتلی انتصابی اوٹ کے ذریعہ دو حصوں میں تقسیم کردیا گیا ہے۔ بڑا حصہ جو پانی سے پُر ہے اُس کا اُفقی رقبہ ۲۱۳ مربع فٹ ہے، دوسرا حصہ جو خالی ہے اس کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ ہے۔ اگر اوٹ میں ایک مستطیلی منفذ کھولا جائے جو ۱۲ انچ چوڑا اور ۶ انچ گہرا ہو اور جس کی تہ حوض کی تہ سے ۲ فٹ بلندی پر ہو تو بتاؤ کہ کتنے ثانیوں کے وقفہ کے بعد حوض کے دونوں حصوں میں پانی کی بلندی مساوی ہوجائیگی (جامعہ ۱۸۸۱ء)۔

جب تک کہ پانی کی سطح چھوٹے برتن میں سوراخ کے مرکز تک پہنچتی ہے تو اخراج ایک نمایاں اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے ہوتا ہے۔ اور سوراخ کے مرکز سے پانی کی مشترک سطح تک یہ ایک ایسا اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ $و_1$ $و_2$ بالترتیب ان اخراجوں کے وقت ہیں۔

اگر م وقت کے آخر میں بڑے برتن میں سوراخ کے اوپر ارتفاع $اَ$ ہو تو وقت م میں بڑے برتن سے برآمد ہوگا ۲۱۳ $(\frac{۳}{۴}\text{-}۴ - اَ)$۔ چھوٹے برتن میں درآمد ہوگا $۲۷\times\frac{1}{4}$ ۲۔ اس سے ہم کو حاصل ہوا $اَ = ۴۶۵ء۴$ فٹ۔

پلیٹ ۷

وقت و۱ میں ارتفاع ۴ء۷۵۰ سے گھٹ کر ۴ء۴۶۵ ہو جاتا ہے۔

$$\therefore \text{و}_1 = \frac{\text{۲ س}_1}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}}\left\{\sqrt{\text{۴ء۷۵۰}} - \sqrt{\text{۴ء۴۶۵}}\right\}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸}}\left(\text{۲ء۱۷۹۴} - \text{۲ء۱۱۳۱}\right)$$

= ۱۱ء۳۰ ثانیہ

$$\text{و}_2 = \frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{أ} - \text{۰}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}\left(\text{س}_1 + \text{س}_2\right)}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳} \times \text{۲۷}\sqrt{\text{۴ء۴۶۵}}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸} \times \text{۲۴۰}}$$

= ۴۰ء۵۱ ثانیہ

مجموعی وقت و = و۱ + و۲ = ۵۱ء۸۱ ثانیہ

(۶۶) ۔ اگر ارتفاع (أ − و) سے گھٹ کر (ما − یا) ہو جائے تو (شکل ۴۵) سے :—

(أ − و) سے صفر تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{أ} - \text{و}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}\left(\text{س}_1 + \text{س}_2\right)}$

(ما − یا) سے صفر تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2\sqrt{\text{ما} - \text{یا}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}\left(\text{س}_1 + \text{س}_2\right)}$

(أ − و) سے (ما − یا) تک وقت ہوگا

$$\frac{\text{۲ س}_1\text{س}_2}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}\left(\text{س}_1 + \text{س}_2\right)}\left(\sqrt{\text{أ} - \text{و}} - \sqrt{\text{ما} - \text{یا}}\right)$$

مگر $\text{س}_1(\text{أ} - \text{ما}) = \text{س}_2(\text{یا} - \text{و})$

$$\therefore \text{یا} = \text{و} + \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2}(\text{أ} - \text{ما})$$

∴ (أ − و) سے (ما − یا) تک وقت = و

پلیٹ ۶

$$\text{و} = \frac{\text{۲ س}_{\text{۱}}\text{س}_{\text{۲}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})}\left\{\sqrt{\text{ا} - \text{ر}} - \sqrt{\text{ما} - \text{ر} - \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{س}_{\text{۲}}}(\text{ا} - \text{ما})}\right\}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{۲ س}_{\text{۱}}\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})}\left\{\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}(\text{ا} - \text{ر})} - \sqrt{(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})\text{ما} - \text{س}_{\text{۱}}\text{ا} - \text{س}_{\text{۲}}\text{ر}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۳۸})$$

(۶۷) - یہی نتائج بالراست ذیل کے طریقہ سے حاصل ہو سکتے ہیں:—
وقت فرو میں بڑے برتن کے اندر سطح کی بلندی کا گھٹاؤ فرما ہے
∴ حجم کا تغیر $\text{س}_{\text{۱}}$ فرما ہے۔
وقت فرو میں سوراخ سے اخراج ہے $\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}(\text{ما} - \text{یا})}$ فرو

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرما}} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}(\text{ما} - \text{یا})}} \quad \text{مگر} \quad \text{یا} = \text{ر} + \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{س}_{\text{۲}}}(\text{ا} - \text{ما})$$

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرما}} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})}} \times \frac{1}{\sqrt{\left\{\text{ما} - \frac{\text{س}_{\text{۱}}\text{ا} + \text{س}_{\text{۲}}\text{ر}}{\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}}}\right\}}}$$

$= \text{د}\,(\text{ما} - \text{ک})^{-\frac{1}{2}}$ فرض کرو۔

$$\therefore \text{و} = \text{د}\int_{\text{ما}}^{\text{ا}}(\text{ما} - \text{ک})^{-\frac{1}{2}}\,\text{فرما} = \text{۲ د}\left\{\sqrt{\text{ا} - \text{ک}} - \sqrt{\text{ما} - \text{ک}}\right\}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{۲ س}_{\text{۱}}\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})}}\left\{\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}(\text{ا} - \text{ر})} - \sqrt{(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})\text{ما} - \text{س}_{\text{۱}}\text{ا} - \text{س}_{\text{۲}}\text{ر}}\right\}$$

اگر اُس لحظہ تک کا وقت درکار ہو جب کہ دونوں سطوح ایک ہی لیول پر ہوں تو

$$\text{ما} = \text{یا} = \text{ر} + \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{س}_{\text{۲}}}(\text{ا} - \text{ما})$$

$$\therefore \text{ما} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}\text{ا} + \text{س}_{\text{۲}}\text{ر}}{\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}}} \quad \text{اور} \quad \text{و} = \frac{\text{۲ س}_{\text{۱}}\sqrt{\text{س}_{\text{۲}}}\sqrt{\text{ا} - \text{ر}}}{\text{س ق}\sqrt{\text{۲ج}}(\text{س}_{\text{۱}}+\text{س}_{\text{۲}})}$$

باب پنجم کی مثالیں

(۱) ایک غرقاب توم کا رقبہ دریافت کرو جو ایک ۱۲۰ فٹ لمبے، ۲۰ فٹ چوڑے پن تالا حجرہ کو جب کہ اُٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو ۵ فٹ میں خالی کردے۔ (کلیہ سنہ ۱۸۸۰ء) جواب ۱۰۱ مربع فٹ۔

(۲) دو غرقاب توموں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے ایک ایسے پن تالے کو بھرنا مقصود ہے جس کی لمبائی ۸۵ فٹ اور چوڑائی ۱۵ فٹ اور اُٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو۔ بھرنے کا وقت دریافت کرو۔ (کلیہ سنہ ۱۸۸۲ء) - جواب ۴ دقیقہ ۲۱ ثانیہ۔

(۳) ایک پن تالا جس کے ابعاد ۱۸۹' × ۲۰' اور جس کا اُٹھاؤ ۱۲' ہے دو پُلیوں کے ذریعہ سے جو ایک ایک دونوں طرف ہیں اور جن کے موکھے ۳' × ۳' کے ہیں اور دو ۲' × ۲' کواڑیوں کے ذریعہ سے جو بالائی پھاٹکوں میں ہر ایک میں ایک ایک ہیں، بھرا جاتا ہے۔ پُلیوں کے فرش پانی کی بالائی سطح سے ۶' نیچے ہیں۔ اور پھاٹکوں کے سُوراخوں کی دہلیزیں اُن فرشوں سے ۶" اوپر ہیں۔ اگر پھاٹکوں کی کواڑیوں کو پُلیوں سے ایک دقیقہ قبل کھول دیا جائے تو بتاؤ کہ کتنی دیر میں پن تالے کو بھرا جا سکتا ہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۳ء) - جواب ۲ دقیقہ ۳۵ ثانیہ۔

(۴) ایک نہری پن تالا دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے اور جن کی دہلیزیں تالے کے فرش سے ۱ فٹ اُوپر اور نہر کے بالائی حصہ کے پانی کی سطح سے ۱۲ فٹ نیچے ہیں۔ اگر پانی ۶ فٹ کی گہرائی کے اوپر پن تالے کی بھرپور سطح تک ۴ دقیقوں میں چڑھے تو بتاؤ کہ پن تالے کا کیا رقبہ ہوگا۔ (کلیہ سنہ ۱۸۸۶ء) - جواب ۱۸۱۰ مربع فٹ۔

(۵) ایک نہری پن تالا ۱۸۱ فٹ لمبا اور ۷ $\frac{3}{4}$ فٹ چوڑا ہے اور اس کا اُٹھاؤ ۷ فٹ ہے۔ پن تالا حجرہ میں پانی کا داخلہ ایک پُلیا کے ذریعہ ہوتا ہے

جس کا قطر ۲ فٹ ہے اور جس کے منفذ کی چوٹی پانی کے عین اُس لیول پر ہے جو نہر کے زیرین حصہ میں واقع ہو تو بتاؤ کہ پن تالے کو بھرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا اگر اخراج کی قدر کو اکائی مان لیا جائے۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء)
جواب ۲ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۶) کس وقت میں ایک پن تالا ۲۰۰ فٹ لمبا اور ۲۰ فٹ چوڑا دو ایسے توموں کے ذریعہ بھرا جا سکتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ مربع ہو اور جو دروازہ میں ہوں جب کہ پن تالے کے اندر کا پانی، بالائی حصہ نہر کا پانی، اور توموں کی تہیں (پیندے) بالترتیب ۴ فٹ، ۱۲ فٹ، اور ۶ انچ پن تالا حجرہ کے فرش کے اوپر ہوں۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء) جواب ۴ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۷) (ا) ایک نہری پن تالے کو جس کی لمبائی ۲۰۰ فٹ اور چوڑائی ۳۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ اونچا ہے اور جن کے زیرین پن تالے کی تہ سے ۲ فٹ اوپر ہیں تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی گہرائی گھٹ کر ۹ فٹ سے ۸ فٹ ہو جائیگی۔ پانی کی گہرائی نچلے حصہ میں ۴ فٹ ہے۔ جواب ۸۴ ثانیہ۔

(ب) اگر وقت کی ابتداء میں ارتفاع اَ ہے اور آخر میں ارتفاع اِ ہے تو بتاؤ کہ گہرائی بھی اسی وقت میں مساوی طریقہ پر کم ہو جائیگی بشرطیکہ اخراج ایک مستقل ارتفاع ک $= \left(\frac{\sqrt{ا} + \sqrt{ب}}{2}\right)^2$ کے تحت ہو رہا ہو (جامعہ ۱۸۷۶ء)۔

(۸) ایک پن تالا جو ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جو زیرین دروازے میں ہیں ان میں سے ہر ایک دو فٹ گہرا ہے اور ان کے مرکز تالے کے فرش سے ۳ فٹ اوپر ہیں۔ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں میں پانی کے لیول بالترتیب ۱۲ فٹ اور ۵ فٹ پن تالے کے فرش کے اوپر ہیں۔ بتاؤ کہ توموں کی

چوڑائی کیا ہونی چاہیے تاکہ ۲½ دقیقے کے وقفہ میں حجرے کے اندر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ سے گھٹ کر ۶ فٹ ہو جائے ۔(جامعہ ۱۹۱۸ء) ۔جواب ۲٫۶ فٹ ۔

(۹) ایک استوانی برتن میں جس کا قطر ۴٫۷۵ انچ ہے ایک ۰٫۲ انچ قطر کا سوراخ پانی کی سطح کے نیچے ۱۶ انچ گہرائی پر واقع ہے ۔مشاہدہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ۱۵ ثانیوں میں پانی ۴ انچ نیچے اُترتا ہے ۔ تو بتاؤ کہ اخراج کی قدر کیا ہوگی۔جواب ۰٫۶۰۶

(۱۰) پانی کے خزانہ میں جس کی اُفقی تراش کا رقبہ ۶۰۰ مربع فٹ ہے ایک گھنٹہ میں پانی ۴ فٹ نیچے اترتا ہے ۔ ابتدائی حالت میں ارتفاع ۲۵ فٹ تھا ۔ تو اُس مربع سوراخ کے ضلع کو دریافت کرو جس کے ذریعہ اخراج ہو رہا ہے اور جس کی قدر ۰٫۶۲ ہے ۔جواب ۲ انچ ۔

(۱۱) ایک استوانی حوض کا تعلق جس کی اُفقی تراش کا قطر ۶ فٹ ہے ایک دوسرے حوض سے جس کا قطر ۳ فٹ ہے ایک غرقاب ۱ انچ قطر والے نل کے ذریعہ کر دیا گیا ہے ۔ اس نل کو کھولتے وقت چھوٹے حوض میں بڑے حوض کے مقابلہ میں پانی کا لیول ۴ فٹ زیادہ بلند تھا۔ تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی دونوں سطوح ایک ہی لیول پر آجائنگی
س = ۰٫۷۵ ۔ جواب ۱۱ دقیقہ ۳۱ ثانیہ ۔

(۱۲) ایک حوض سے دوسرے میں بذریعہ ایک غرقاب نل کے جس کی تراش ۴ مربع انچ ہے پانی کا اخراج ہوتا ہے ۔حوض جس سے کہ اخراج ہوتا ہے ۶ فٹ مربع ہے ۔ اور حوض جس میں کہ یہ اخراج داخل ہوتا ہے ۲ فٹ مربع ہے۔اگر پانی کے لیول کا ابتدائی فرق ۹ فٹ ہو تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں پانی کی سطوح یک ہی لیول پر پہنچ جائینگی ۔ س = ۰٫۷ ۔ جواب ۔۲ دقیقہ ۱۹ ثانیہ۔

(۱۳) دو گودیاں (Docks) جن کی دیواریں انتصابی ہیں ان کے سطحی رقبے ۱۰ ایکڑ اور ۶ ایکڑ ہیں اور ان دونوں کا تعلق دو دروازوں کے

ذریعہ ہے جن میں سے ہر ایک میں ۴ فٹ مربع کے دو توم ہیں ان کے سِل (Sills) تہ کے لیول پر ہیں ۔ جب بڑی گودی میں پانی کی گہرائی ۲۹ فٹ ہے اور چھوٹی میں ۴ فٹ اس وقت تختوں کو کھول دیا بتاؤ کہ کتنے وقفہ کے بعد دونوں گودیوں میں پانی کی بلندی ایک ہی ہوجائیگی ۔ اور اس وقت اس کی گہرائی کیا ہوگی ۔ (جامعہ ۱۸۹۱ء) ۔جواب (۱) ۲ گھنٹے ۵۰ دقیقہ (۲) ۱۹،۶۳۵ فٹ

(۱۴) ایک پن تالا ۱۵۰ فٹ لمبا، ۲۰ فٹ چوڑا ہے اور اُٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے ۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ گہرا اور $\frac{1}{2}$۲ فٹ چوڑا ہے ۔ اور جن کے مرکز نہر کے بالائی حصے کے پانی کے لیول سے ۶ فٹ نیچے ہیں ۔ اور پن تالا انہی ابعاد کے دو غرقاب توموں سے خالی بھی کیا جا سکتا ہے ۔ بتاؤ کہ تالے کو بھرنے اور خالی کرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) ۔جواب (۱) ۳ دقیقہ ۱۶ ثانیہ (۲) ۳ دقیقہ ۱۰ ثانیہ ۔

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

(۶۸) سیالی رگڑ ــــ جب کبھی پانی کی رَو ایک ایسے نل یا نہر میں داخل ہوتی ہے جس کا ڈھال یا اُتار مقررہ ہو تو یہ مشاہدہ ہوتا ہے کہ ڈھال خواہ کچھ ہی ہو رفتار بہت جلد یکساں قائم ہو جاتی ہے جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ رَو کے اطراف کی وجہ سے حرکت میں جو مزاحمت ہوتی ہے وہ

پلیٹ ۶

قوتِ جاذبہ کا پورا پورا توازن کر دیتی ہے، اور نیز یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ مقدارِ مزاحمت کا انحصار رفتار پر ہوتا ہے ۔ مزاحمت کی نوعیت کو جسے سہولت کی غرض سے فرکی (Frictional) کہتے ہیں اس حقیقت کی وجہ سے سمجھی جائیگی کہ اطراف کے کھردرے پن سے پانی کی رَو میں گرداب پیدا ہوتے ہیں جس کی وجہ سے سیالی ریشے ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں اور اس طرح نالے کی روانی کے خط میں ان کی رفتاروں میں رکاوٹ پیدا ہوجاتی ہے۔ اطراف کے قریب کے ریشوں کی رفتار بہ نسبت اُن کے جو پانی کی تراش کے مرکز کے قریب ہوں کم ہوتی ہے ۔ بہر حال تمام ریشوں کی اوسط رفتار یکساں ہوتی ہے اور سیال کے متعلق یہ خیال کیا جاسکتا ہے کہ وہ مسطح پرتوں میں جو رَو کی آڑی تراشش کے متوازی ہوں بہ رہا ہے۔

سیال اور ٹھوس سطوح کے مابین کلیاتِ رگڑ حسبِ ذیل ہیں:—

۱۔ رگڑ کی مزاحمت ٹھوس سطح کی نوعیت کے متناسب ہوتی ہے لیکن دباؤ کا اس پر کچھ اثر نہیں ہوتا ۔

۲۔ رگڑ کی مزاحمت بڑی سطحوں کے لیے سطحوں کے رقبوں کے متناسب ہوتی ہے ۔

۳۔ معمولی رفتاروں کے لیے، فرکی مزاحمت رفتاروں کے مربع کے متناسب ہوتی ہے ۔ بہت قلیل رفتاروں کے لیے جو ایک انچ فی ثانیہ سے زاید نہ ہوں فرکی مزاحمت رفتاروں کے ساتھ تقریباً متغیر ہوتی ہے ۔

فرض کرو کہ سطحِ تماس کا رقبہ قَ ہے ۔ ک مزاحمت پاؤنڈوں میں جب کہ رفتار ایک فٹ فی ثانیہ ہو ۔ م مزاحمت جب کہ رفتار ر فٹ فی ثانیہ ہو تو معمولی رفتاروں کے لیے کلیاتِ بالا کی رُو سے م = ک × قَ × ر۲ اگر مہ = $\frac{۲ج ک}{و}$ تو

$$م = \frac{مہ \times و \times قَ \times ر^۲}{۲ ج} \quad .... (۳۹)$$

یہاں مہ سے مراد رگڑ کی قدر مسا ہے ۔ اس کی قیمتیں (جو ک کی قیمتوں سے

پلیٹ ۳

کچھ زیادہ مختلف نہیں ہوتیں) تجربے سے معلوم کی جاتی ہیں ۔ مثلاً پوری طرح رنگ چڑھائے ہوئے لوہے کے لیے، مہ = ۰۰۴۹، اور وارنش کی ہوئی سطح کے لیے مہ = ۰۰۲۶ ۔

(۶۹) ۔ نلوں میں رفتار ——— فرض کرو کہ نل کا میلان افق کے ساتھ ق ہے

ذ انتصابی اُتار فٹوں میں طول ل میں

ق پانی کی تراش کا رقبہ

ب اُس کا ترشدہ گھیر

اور یہ تصور کرلو کہ نل کے پورے طول میں دباؤ یکساں ہے فرکی مزاحمت سطح کے اور رفتار کے مربع کے ساتھ متغیر ہوتی ہے یعنی م = ک ب ل ر۲ جہاں ک سے مراد کوئی مقدار مستقلہ ہے ۔ پانی کی مقدار ق ل بلندی ذ تک گرنے میں و ق ذ ل کام کرتی ہے ۔ مزاحمت پر غلبہ ل طول میں حاصل کیا جاتا ہے ۔ مزاحمت پر جو کام صرف ہوتا ہے وہ م ل = ک ب ل ر۲۔

ان مقادیر کو مساوی ہونا چاہیے ∴ $\frac{ک ر^2}{و} = \frac{ق \times ذ}{ب \times ل}$ یعنی $\frac{۲ ج ک}{و} \times \frac{ر^2}{۲ ج}$

$= \frac{ق}{ب} \times \frac{ذ}{ل}$ یا اگر ہم $\frac{۲ ج ک}{و}$ کے لیے مہ لکھیں تو $\frac{مہ ر^2}{۲ ج} = \frac{ق}{ب} \times \frac{ذ}{ل}$

جہاں مہ سے مراد رگڑ کی قدر ہے ۔ جس کی قیمت تجربہ سے تعیین کرنی چاہیے۔ نسبت $\frac{ق}{ب}$ کو ماقوائی اوسط عمق (م' ا' ع) کہا جاتا ہے ۔ یا ماقوائی اوسط نصف قطر (م' ا' ن) کہتے ہیں ۔ کیونکہ اگر ترشدہ گھیر کی گولائی کو پھیلا دیا جائے اور نہر کو اُس پر پھیلایا جائے تو $\frac{ق}{ب}$ وہ عمق ہوگا جو تمام پر یکساں ہوگا ۔ ماقوائی اوسط نصف قطر علی العموم ن سے تعبیر کیا جاتا ہے ۔ نسبت $\frac{ذ}{ل}$ ڈھال کا جیب ہے اور اسے ڈ سے تعبیر کیا جاتا ہے ۔

پلیٹ ۶

لہذا $\frac{مہ \times ر^۲}{۲ ج}$ = ن ڈ .... (۴۰)

(۷۰) مجازی ڈھال

مساوات (۴۰) کی تبدیلی سے و = $\frac{مہ ل}{ن} \times \frac{ر^۲}{۲ ج}$ یہ نل کی مزاحمت پر غلبہ پانے کے لیے مطلوبہ ارتفاع ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک اور ارتفاع و درکار ہوگا یہ رفتار ر پیدا کرنے کے لیے اور نل کے داخلے پر سکڑاؤ کی مدافعت کے لیے ہوگا۔ فرض کرو کہ ج د شکل ۴۶ کسی پانی کے خزانہ کا ایک نل ہے جو ہوا میں اخراج کر رہا ہے۔ نل کے مقامِ اخراج پر مجموعی ارتفاع ی گ ہے۔ فرض کرو کہ ی ف، و کو تعبیر کرتا ہے تو ف گ، ارتفاع و ہوگا جو مزاحمت کے مقابلہ کے لیے درکار ہے۔ ف د کو ملاؤ۔ چونکہ مزاحمت کا ارتفاع و مساوات (۴۰) کی رُو سے ل کے متناسب ہے۔ مثلث ف د گ کا معیّن ک ل م نل کے کسی نقطہ ل پر کے اُس ارتفاع کو ظاہر کرتا ہے جو نل کے حصہ ل د میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے مطلوب ہوتا ہے۔ لہذا اگر ایک انتصابی نل ل پر داخل کردیا جائے تو پانی اُس نل میں ک کے مقام تک چڑھیگا اور نل میں دباؤ اُس مقام پر و × ک ل ہوگا۔ خط ف د کو نل کا **مجازی ڈھال** یا **ماقوائی ڈھال** کہتے ہیں۔ اگر نل ف د پر ڈال دیا جائے تو اُس سے وہی رفتار اور اخراج حاصل ہوگا لیکن پانی پورے نل میں بلا کسی دباؤ کے بہیگا۔ اسی طرح د اور پانی کے خزانہ کے مابین کوئی سے بھی مستقیم یا منحنی خط پر نل ڈالا جا سکتا ہے۔ بشرطیکہ نل کا خط پورا مجازی ڈھال ف د سے نیچے واقع ہو۔ اگر نل کا خط ن و د مجازی ڈھال کے اوپر واقع ہو تو نل، سیفن کا عمل کریگا (دفعہ ۸) اور بھرا ہوا بہیگا۔ بشرطیکہ وپ ۳۴ فٹ سے زاید نہ ہو۔ عملاً ہوا پانی سے جدا ہوجاتی ہے اور و پر جمع ہونیکی طرف مائل رہتی ہے اس کا سبب یہ ہے کہ مجازی ڈھال پر عمل کرنے والا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ ہوتا ہے اور و پر عمل کرنے والا دباؤ ضرور اس سے کم ہونا چاہیے۔ اس وجہ سے نل بھرا ہوا نہیں بہیگا۔ اس صورت کے حل کرنے کے طریقے کو آگے چل کر بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۶)۔

پلیٹ ۶

چونکہ ک ھ وہ ارتفاع ہے جو کہ طول ل د میں مزاحمت پر غلبہ کے لیے درکار ہے ۔ اس لیے ک ق ارتفاع نل کے ل ج حصہ میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ہوگا ۔ اب رفتار پیدا کرنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے وہ د ق ہے ۔ اس لیے اگر نل کے کسی نقطہ ل پر کا مجموعی نقصانِ ارتفاع طول ج ل میں رک ہو اور اس کو ی ر پر سے نیچے مرتسم کیا جائے تو مجازی ڈھال پر ایک نقطہ ک ملیگا اور ک اور نل کے مابین خط کا حصہ اگر باقی رہا تو ل پر کے دباؤ کو تعبیر کریگا ۔ اگر نل کے اختتام د کو کواڑی سے بند کر دیا جائے تو پانی انتصابی نل میں د تک چڑھ جائیگا اور ل پر کا مجموعی ارتفاع ل پر دباؤ پیدا کرنے میں کام آئیگا۔

اگر نل کو کسی خاص دباؤ کے تحت بہنا ہو جیسا کہ عام طور پر شہروں میں پانی پہنچانے کے لیے ضروری ہوتا ہے تو اُس دباؤ کے مطابق ارتفاع د ص کو قائم کرلو اس صورت میں مجازی ڈھال ف ص ہوگا ۔ شہروں میں موثر طور پر آگ بجھانے کے کام کے لیے د ص ۵۰ سے ۷۵ فٹ تک ہونا چاہیے ۔

نلوں کے لمبے لمبے سلسلوں میں ارتفاع ی ف مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں اس قدر قلیل ہوتا ہے کہ اُسے نظر انداز کیا جا سکتا ہے اور ایسے نلوں کی صورت میں ہمیں صرف مساواتوں $\frac{\text{مہ} \times \text{ر}^2}{\text{ج}}$ = ن ڈ اور خ = ق رکو حل کر لینا کافی ہے ۔ تاکہ رفتار اور اخراج معلوم ہو جائیں ۔ چھوٹے نلوں کی صورت کو بعد میں بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۴) ۔ یہ اچھی طرح ذہن نشین رکھنا چاہیے کہ ڈھال ڈ جس کا ذکر پہلے جملوں میں آچکا ہے مجازی ڈھال ہے ۔ اس کے لیے یہ ضروری نہیں کہ خاص نلوں کا بھی یہی ڈھال ہو۔

(۷۱) رفتار اور مجازی ڈھال ―― نتیجہ (۴۰) کو

دباؤ کا لحاظ کرتے ہوئے بطریقۂ ذیل حاصل کیا جاسکتا ہے ۔ نل کے ایک طول ج ج = ل پر غور کرو (شکل ۴۲) اور فرض کرو کہ وقت و میں جم ج ج

پلیٹ ۸

مقام $د_1$ $د_2$ پر جا پہنچتا ہے۔ مان لو کہ نل کی تراش کا رقبہ ق ہے اور خ اخراج فی ثانیہ ہے۔

فرض کرو کہ $د_1$ $د_2$ نقاط $ج_1$ $ج_2$ پر دباؤ ہیں۔ $ظ_1$ $ظ_2$ ان نقاط کے ارتفاع بنیادی خط پر ہیں۔ نل کا جو حصہ زیر غور ہے اس میں پانی ر رفتار سے داخل ہوتا ہے، اور اسی رفتار سے خارج ہوتا ہے۔ اس طور پر توانائی بالفعل میں کوئی تغیر نہیں ہوتا۔ لہذا توانائی بوجہ جاذبہ جمع توانائی بوجہ دباؤ = توانائی جو مزاحمت پر غالب ہونے میں صرف ہوتی ہے۔ حجم $ج_1$ $ج_2$ کا انتقال $د_1$ $د_2$ کے محل تک $ج_1$ $د_1$ کے $ج_2$ $د_2$ تک کے انتقال کا معادل ہے۔ یعنی وزن و ق ($ج_1$ $د_1$) جو برابر ہے و × خ وَ (وقت) کے $ظ_1$-$ظ_2$ ارتفاع میں نیچے گرجاتا ہے۔

∴ توانائی بوجہ جاذبہ = و خ وَ ($ظ_1$ - $ظ_2$)۔

توانائی بوجہ دباؤ = $د_1$ق ($ج_1$ $د_1$) - $د_2$ق ($ج_2$ $د_2$) = ($د_1$ - $د_2$) خ وَ۔

سطح ب × ل کی مزاحمت مساوات (۳۹) کی رو سے = مہ و ب ل $\frac{ر^2}{2ج}$

مزاحمت کی توانائی = مہ و ب ل $\frac{ر^2}{2ج}$ ($ج_1$ $د_1$) = مہ و ب ل $\frac{ر^2}{2ج}$ ر وَ

پس و خ وَ ($ظ_1$ - $ظ_2$) + ($د_1$ - $د_2$) خ وَ = مہ و ب ل $\frac{ر^2}{2ج}$. $\frac{خ}{ق}$. وَ

∴ $ظ_1 - ظ_2 + \frac{د_1}{و} - \frac{د_2}{و}$ = مہ $\frac{ب}{ق}$ ل $\frac{ر^2}{2ج}$

مگر $(\frac{د_1}{و} + ظ_1) - (\frac{د_2}{و} + ظ_2)$ سطحی اُتار ا ہے۔

∴ مہ $\frac{ر^2}{2ج} = \frac{ق}{ب} . \frac{ا}{ل}$ = ن ڈ

(۷۲) رگڑ کی قدر یا فرکی قدر ——— کسی خاص نوعیت کی سطح کے لیے فرکی قدر مہ کی قیمت مستقل نہیں ہوتی بلکہ اس کی قیمت رفتار کے ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ اس لیے ہم جیسا کہ ڈابوئیسان[1] ائتلوئین[2] اور پرونی[3] نے

[1] D'Aubuisson [2] Eytelwein [3] Prony

پلیٹ ۷

تجویز کیا ہے مہ = ا + بؔ کی شکل میں لکھ سکتے ہیں۔ ڈارچیؔ[1] کے تجربات سے جو پیرس میں کیے گئے ہیں ظاہر ہوتا ہے کہ ایسے نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک استعمال ہوتے رہے ہوں مہ کی قیمت پر ابتدائی سطح کی نوعیت کا کچھ بہت اثر نہیں ہوتا مہ کی قیمت کا بڑا انحصار رفتار پر ہوتا ہے۔ رفتار کی قیمت √م ن ڈ کے متناسب ہوتی ہے اور ڈارچی نے یہ معلوم کیا ہے کہ عملی مقاصد کے لیے قدر کو (ماقوائی اوسط نصف قطر) م ' ا ' ن کی رقموں میں ظاہر کیا جا سکتا ہے یا نل کے قطر کی رقموں میں۔ اس طرح مہ = ب (ا + بؔ/قؔ) یہاں قؔ سے مراد نل کا قطر فٹوں میں ہے۔ ب = ۰۰۴ء = ۱/۱۲ تقریباً ' ا = ۰۰۵ء نئے لوہے کے نلوں کے لیے یا ۰۱ء اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ مستعمل رہے ہوں۔

لہٰذا نئے نلوں کے لیے مہ = ۰۰۵ء (ا + ۱/۱۲قؔ) ۰۰۰ء ۰۰۰۰۰۰۰ (۴۱)

مستعملہ نلوں کے لیے مہ = ۰۱ء (ا + ۱/۱۲قؔ) ۰۰۰۰۰۰۰ (۴۲)

یہ قیمتیں صرف معمولی رفتاروں کی صورتوں میں درست ہیں جب کہ رفتاروں کی قیمتیں ۴ انچ فی ثانیہ سے زاید ہوں۔ دیکھو دفعہ ۶۸۔

(۴۷) رفتار اور اخراج ـــــ مساوات (۴۰) کی رُو سے

ر = √(۲ج/مہ) √م ن ڈ = س √م ن ڈ

اگر قؔ فٹوں میں نل کا قطر ہو تو م ' ا ' ن ہوگا۔

$$\frac{\pi\, ق^2}{4} \div \pi\, ق = \frac{ق}{4}$$

$$\therefore\ ر = \frac{س}{2}\sqrt{ق\, ڈ} \quad \text{اور}\ خ = \frac{\pi\, ق^2}{4} \times ر$$

س کی قیمتیں مختلف نلوں کے لیے مساوات (۴۱) یا (۴۲) کی رُو سے بطریق ذیل بہ آسانی معلوم کیجا سکتی ہیں:۔

---

[1] (Darcy)

پلیٹ ۷

نل کا قطر	س کی قیمتیں	
	نئے نل	پرانے نل
½ انچ ق = ۱/۲۴	۶۵	۴۶
۱ انچ ق = ۱/۱۲	۸۰	۵۶
۳ انچ ق = ۱/۴	۹۸	۷۰
۶ انچ ق = ۱/۲	۱۰۵	۷۴
۱۲ انچ ق = ۱	۱۰۹	۷۷
۲۴ انچ ق = ۲	۱۱۱	۷۸
۳۶ انچ ق = ۳	۱۱۲	۷۹

قدروں کو ترسیمی طریقے پر تختی ۷ میں دکھایا گیا ہے ۔
پانی کے صدر نلوں کے متعلق کچے یا آزمائشی حل کے لیے س کو ۷۰ لیا جاسکتا ہے ۔
تب مستعمل نلوں کے لیے (نلوں کی تجویز کرتے وقت اس بات کا لحاظ ضروری ہوتا ہے کہ اُن نلوں سے جو کچھ عرصہ استعمال میں آچکے ہوں مطلوبہ اخراج حاصل ہو)

ر = ۳۹ $\sqrt{\text{ق ڈ}}$ .... (۴۳)

خ = $\frac{\pi\ \text{ق}^{2}}{4}$. ر .... (۴۴)

مساوات (۴۳) اور (۴۴) کی رو سے

خ = $\frac{39 \times 22}{4 \times 7}$ ق^{2} $\sqrt{\text{ق ڈ}}$ اور

خ = س ق ۲

پلیٹ ۷

$$\text{ق} = ۲۵۴۵،\sqrt[۵]{\frac{\text{خ}^{۲}}{\text{ڈ}}} \quad \text{.........} (۴۵)$$

ان مساوات سے اگر مقادیر قَ، ڈ، ر، خ میں سے کوئی سی دو مقداریں معلوم ہوں تو باقی کی دو معلوم کی جا سکتی ہیں۔
کسی نئے نل کے لئے حل کرنے کی صورت میں مساوات (۴۳)

$\text{ر} = ۵۵\sqrt{\text{قَ ڈ}}$ ہو جاتی ہے۔ جس سے $\text{قَ} = ۲۲۲۰،\sqrt[۵]{\frac{\text{خ}^{۲}}{\text{ڈ}}}$ ۔

اس سے ظاہر ہے کہ اگر مزاحمت کی قدر مہ کو دو چند کر دیا جائے تو کسی خاص اخراج کے لیے مطلوبہ نل کے قطر کو تقریباً ۱۴ فی صدی بڑھانا ہوگا۔
حسبِ ذیل وہ انتہائی رفتاریں ہیں جنہیں صدر نل اور اُن کی شاخوں میں جائز رکھا جا سکتا ہے۔

قطر انچوں میں	۴	۸	۱۲	۱۸	۲۴	۳۶
رفتار فٹ فی ثانیہ میں	۲٫۵	۳٫۰	۳٫۵	۴٫۰	۵٫۵	۶٫۵

مثال ۳۷۔ (ا) ۴ فٹ قطر کے ایک میل لمبے نل کا کیا اخراج ہوگا جس کا ڈھال ۵۲۸۰ میں ۱ ہو اور جس کا ارتفاع در آمد منفذ کے مرکز پر ۱۱ فٹ ہو؟
(ب) اس ارتفاع میں کتنی زیادتی کرنی ہوگی تاکہ اخراج دو چند ہو جائے۔
(ج) ۱ فٹ قطر کے کتنے نل اُتنا ہی اخراج دینگے جتنا کہ ۴ فٹ قطر کے نل سے ہوتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۳ء)۔

$$(\text{ا})\ \text{ر} = ۳۹\sqrt{\text{قَ ڈ}} = ۳۹\sqrt{۴ \times \frac{۱}{۴۴۰}} = \frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}}$$

$$\text{خ} = \frac{\pi\,\text{ق}^{۲}}{۴}\,\text{ر} = \frac{۲۲}{۷} \times \frac{۱۶}{۴} \times \frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}} = \frac{۴۹۰٫۳}{\sqrt{۱۱۰}}$$

= ۴۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

پلیٹ ۷

اور جب نل نیا ہو تو اخراج مساوی ہوگا $\frac{۵۵}{۳۹} \times ۴۹ = ۶۹$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ب) اخراج، رفتار کے متناسب ہے اور ارتفاع، رفتار کے مربع کے، اس لیے اخراج کو دو چند کرنے کے لیے رفتار کو چار چند کرنا ہوگا۔

(ج) خ کا تغیر $قَ^{\frac{۵}{۲}}$ کے مطابق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ $خ_۱$ ایک فٹے نل کا اخراج ہے۔ تب $خ_۱ = \left(\frac{۱}{۴}\right)^{\frac{۵}{۲}} خ = \frac{۱}{۳۲} خ$ اس لیے ۳۲، ۱۲-انچی نل درکار ہونگے۔

مثال ۸ل۔ اس نل کا قطر معلوم کرو جس کا طول ۱۲۱۰۰ فٹ، اور جس کے نچلے سرے پر ارتفاع ۹ فٹ ہے اور جس کو ۶ گھنٹوں میں ۱۰ گیلن فی کس کے حساب سے ۴۰۰۰۰ کی آبادی کو پانی بہم پہنچانا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۶ء)

$$خ = \frac{\frac{۱}{۶\frac{۱}{۴}} \times ۱۰ \times ۴۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰ \times ۶} = \frac{۸۰۰}{۲۷} \text{ مکعب فٹ}$$

$$ڈ = \frac{۹}{۱۲۱۰۰}$$

$$قَ = ۰ء۲۵۴۵ \sqrt[۵]{\left(\frac{۸۰۰}{۲۷}\right)^۲ \times \frac{۱۲۱۰۰}{۹}} = ۴ء۱۷ \text{ فٹ یا ۵۰ انچ}$$

اور نئے نل کا قطر جس سے مطلوبہ اخراج حاصل ہو برابر ہوگا

$$۵۰ \times \frac{۲۲۲۰}{۲۵۴۵} = ۴۴ \text{ انچ}$$

اگر زیادہ صحت ملحوظ ہو یا اگر نل چھوٹے ہوں تو ہمیں حسب ذیل جملے استعمال کرنے چاہییں۔

$$ر = \sqrt{\frac{۲ج}{مہ} ن ڈ} = \sqrt{\frac{ج}{۴مہ} قَ ڈ} \quad \ldots\ldots (۴۶)$$

$$مہ = ۰۱ء \left(۱ \times \frac{۱}{۱۲قَ}\right) \text{ یا } مہ = ۰۰۵ء \left(۱ + \frac{۱}{۱۲قَ}\right) \quad \ldots (۴۷)$$

$$خ = \frac{\pi قَ^۲}{۴} \times ر \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴۸)$$

اگر قَ اور ڈ، قَ اور ر، قَ اور خ یا ر اور ڈ، معلوم ہوں تو دوسری

پلیٹ ۴

دو مقداریں فوراً حاصل کی جاسکتی ہیں ۔ لیکن اگر ڈ اور خ معلوم ہوں جیساکہ عام طور پر نل کی تجویز کرنے میں عملاً پیش آتا ہے تو قَ کی قیمت تقریبی طریقہ پر معلوم کرنی ہوگی ۔ تقریبی مساوات $ق = ٠٫٢٥٤٥ \sqrt[5]{\frac{خ^2 م}{ڈ}}$ کو اگر قَ کے لیے حل کیا جائے تو مہ کی قیمت کافی صحیح معلوم ہوجائیگی ۔

$$\text{تب } خ = \frac{\pi}{4} قَ^2 \sqrt{\frac{ج}{٢مہ} . قَ . ڈ} \text{ جس سے } قَ^5 = \frac{خ^2 مہ}{\pi^2 ڈ}$$

مثال (٣٩) ۔ مثال ٣٧ (ب) کو لو:۔ $مہ = ٠٫٠١ (١ + \frac{١}{٤٨}) = ٠٫٠١٠٢$

$$خ = \frac{١٦ \times ٢٢}{٤ \times ٧} \sqrt{\frac{٣٢}{٠٫٠٢٠٤} \times ٤ \times \frac{١}{٤٤٠}} = ٤٧٫٤٦ \text{ مکعب فٹ فی ثانیہ}$$

مثال (٤٠) ۔ مثال ٣٨ کو لو:۔ تقریبی ضابطہ کی رُو سے ہمیں قَ = ٤٫١٧ حاصل ہوتا ہے ۔

$$\therefore مہ = ٠٫٠١ (١ + \frac{١}{٥٠}) = ٠٫٠١٠٢$$

$$قَ^5 = \frac{خ^2 مہ}{\pi^2 ڈ} = \left(\frac{٨٠٠}{٢٧}\right)^2 \times ٠٫٠١٠٢ \times \left(\frac{٧}{٢٢}\right)^2 \times \frac{١٢١٠٠}{٩}$$

جس سے قَ = ٤٫١٤ فٹ ۔

مثال (٤١) ۔ ایک ٤ انچی نل کی صدر شاخ (شکل $\frac{٤٨}{}$) جو ایک بازار میں ڈالی گئی ہے ہر ایک گھر کو $\frac{٣}{٤}$ انچ کے خانوی نل کے ذریعہ پانی بہم پہنچاتی ہے ۔ ان میں سے ایک خانوی نل جو ٧٢ فٹ لمبا ہے؛ اس پر کا سب سے اونچا مقام صدر نل سے ٤٤ فٹ بلندی پر ہے ۔ اگر صدر نل میں دباؤ $١٥\frac{١}{٢}$ پونڈ فی مربع انچ ہو تو خانوی نل کی چوٹی سے کتنے گیلن فی دقیقہ کا اخراج حاصل ہوسکتا ہے؛ صدر نل کتنے گھروں کو پانی بہم پہنچائیگا ۔

$$\text{صدر نل کی شاخ کا ارتفاع } \frac{د}{و} = \frac{١٤٤ \times ١٥\frac{١}{٢}}{٦٢\frac{١}{٢}} = ٣٦ \text{ فٹ ۔}$$

$$\text{خانوی نل کا مجازی ڈھال } = \frac{٢}{٧٢} = \frac{١}{٣٦}$$

پلیٹ ۱

قَ = ۳/۴ انچ = ۱/۱۶ فٹ ، مہ = ۰۱؍۰ (۱ × ۱/۱۲قَ) = ۰۲۳؍۰

س = √(۲ج/مہ) = ۸/۰۱۵ = ۵۳

خ = (π قَ۲/۴) س √(قَ/۴ ڈ) = ۲۲/۲۸ × ۱/(۱۶)۲ × ۵۳/۲ √(۱/۱۶ × ۱/۳۶)

جس سے اخراج فی دقیقہ = ۲۰۳؍۰ مکعب فٹ = ۱/۴ گیلن تقریباً

گھروں کی تعداد جن کو پانی ہم پہنچا جا سکتا ہے یعنی ۳/۴ انچ قطر کے خانوی نلوں کی تعداد جن سے تقریباً اتنا ہی اخراج حاصل ہوگا جتنا کہ ۴ انچ کے صدر نل سے حاصل ہوتا ہے۔ (۴ ÷ ۳/۴)^۵/۲ = ۶۵ ہوگی۔

(۴۷)۔ چھوٹے نل — چھوٹے نلوں میں رفتار پیدا کرنے کے لیے اور داخلہ کے سکڑاؤ پر غالب آنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے اس کو حساب کرتے وقت شامل کرنا ضروری ہے۔ عمومی استوانی داخلہ (دفعہ ۲۰) کے لیے س = ۸۲؍۰ اور سں = ۱ ∴ سر = ۸۲؍۰۔ پس اگر نل میں حقیقی رفتار ر ہو اور اس رفتار کو پیدا کرنے والا اور مزاحمت بوقت داخلہ پر غالب آنے والا ارتفاع اً ہو تو ر = ۸۲؍۰ √(۲ج اً)

∴ اً = ۵؍۱ ر۲/۲ج ۔

مساوات (۴۰) کی رُو سے مزاحمت پر غالب آنے کے لیے

ضروری ارتفاع ا = مہ ۴ل/قَ × ر۲/۲ج ۔ پس اَ = ا + اً = (۵؍۱ + مہ ۴ل/قَ) ر۲/۲ج

اور ر = √(۲ج اَ قَ / (۵؍۱ قَ + ۴ مہ ل)) . . . . (۴۹)

اس جملے سے حقیقی رفتار معلوم کی جا سکتی ہے یا حقیقی رفتار معلوم کرنے کے لیے ہم طریقۂ ذیل استعمال کر سکتے ہیں :-

پلیٹ ۶

رفتار اور اس لیے اخراج $\sqrt{\text{ا}}$ کے تناسب ہوتا ہے۔ ایک دیے ہوئے نل میں رفتار ر معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ رفتار رَ ہے۔ ان ارتفاعوں کی قیمتوں کا تخمینہ کرو جو رفتار رَ پیدا کرنے کے لیے اور مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہونگے اور اُن کو جمع کرو۔ تب

$$\frac{ر}{رَ} = \sqrt{\frac{\text{حقیقی ارتفاع}}{\text{تخمینی ارتفاع}}}$$

مثال (۴۲)۔ ایک ۱۵ فٹ لمبے ۱۲ انچی نل کا اخراج معلوم کرو جب کہ ارتفاع ۴ فٹ ہے۔ رفتار کو ۱۰ فٹ فی ثانیہ تصور کرو۔

$$(۱۰)^۲ = (۳۹)^۲ \text{ ق} \text{ دَ} = ۱۵۲۱ \quad \frac{ل}{۱۵} \text{، } \div ل = \frac{۱۵۰۰}{۱۵۲۱} = ۰٫۹۹$$

$$گَ = (۱٫۵) \frac{رَ^۲}{۲ج} = \frac{۳}{۲} \times \frac{۱۰۰}{۶۴} = ۲٫۳۴ + ۰٫۹۹$$

$$\therefore \text{مجموعی ارتفاع} = ۳٫۳۴$$

لیکن حقیقی ارتفاع ۴ فٹ ہے، ∴ حقیقی رفتار $= ۱۰ \sqrt{\frac{۴}{۳٫۳۴}}$

$= ۱۰٫۹۵$ فٹ فی ثانیہ

$$خ = \frac{\pi \text{ قَ}^۲}{۴} \times ر = \frac{۲۲}{۷} \times \frac{۱}{۴} \times ۱۰٫۹۵ = ۸٫۶ \text{ مکعب فٹ فی ثانیہ}$$

اس مثال سے ظاہر ہوگا کہ رفتار پیدا کرنے کے لیے ضروری ارتفاع $\frac{۲٫۳۴}{۰٫۹۹}$ یا ۲٫۴ گُنا اُس ارتفاع کا ہوتا ہے جو کہ مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہے۔

اگر تمام مزاحمتوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو نظری اخراج، ۴ فٹ ارتفاع والے نل سے (دفعہ ۱۴) $\frac{\pi \text{ قَ}^۲}{۴} \sqrt{۲ \text{ج} ل} = ۱۲٫۵$ مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا۔ اگر ایسے نل کو جس کا طول قطر کا ۱۵ گنا ہو ایک سادہ منفذ

پلیٹ ۶

تصور کرلیا جائے تو اخراج کی قدر س = $\frac{۸،۶}{۱۲،۵}$ = ۰،۷ تقریباً ہوگی - اس نتیجہ کا مقابلہ دفعہ ۱۲ سے کرو -

مساوات (۴۹) سے ظاہر ہوگا کہ اگر نل طویل ہو تو شمار کنندہ کی پہلی رقم دوسری رقم کے مقابلہ میں بہت چھوٹی ہوگی اس لیے اس پہلی رقم کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے - چونکہ پانی کے نلوں میں رفتار علی العموم ۲ سے ۵ فٹ فی ثانیہ تک ہوتی ہے - اس لیے بڑے سے بڑا ارتفاع جو رفتار پیدا کرنے کے کام میں لایا جاسکتا ہے تقریباً ۵،۱ $\frac{(۵)^۲}{۲ج}$ = ۶،۰ فٹ ہوگا - یہ ارتفاع ایک طویل سلسلہ میں، مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں قلیل ہوگا۔

اگر داخلہ زنگولی تہنال ہو تو سوراخ کے لیے اخراج کی قدر رکی قیمت ۹۷،۰ تک ہوسکتی ہے اس طرح رَ = ۰۸،۱ $\frac{ر^۲}{۲ج}$ -

(۷۵) - **سیفن توم** —— یہ ایک خمیدہ آہنی نل ج د ی ف (شکل ۴۹) ہے - اس کے ذریعہ سے تالاب کے کٹے پر سے یا نہر کے پشتہ پر سے پانی کو خارج کیا جاسکتا ہے - اس قسم کا توم ناگپور کے آب کارخانوں میں کام دیتا ہے اور اس کو پیریار (پیرا جاٹ) کے بند کی تعمیر کے زمانہ میں پانی کی رسد رسانی کے لیے پیش کیا گیا تھا - ایک سیفن نل قطر میں ۶ فٹ سے زیادہ اس غرض کے لیے تجویز کیا گیا تھا - شکل ۴۹ سے جلد ہی واضح ہوجائیگا کہ اخراجی اور فراہمی مجروں کے پانی کے لیولوں کا فرق موثر ارتفاع ہے - فرض کرو کہ مقامات ج اور ف پر ہوائی دباؤ کو پانی کی ۳۴ فٹ گہرائی سے بدل دیا جائے تو سیفن ایک عرقاب منفذ ہوجائیگا - اور موثر ارتفاع پانی کی خیالی سطحوں کا فرق ہوگا جو پانی کی حقیقی سطحوں کے فرق د کے مساوی ہوگا - اس سے ظاہر ہے کہ اگر خم ج د کی اونچائی میں تبدیلی بالائی سطح آب کے اوپر ہو تو رفتار اور اخراج پر کوئی اثر نہیں پڑتا اس میں شرط یہ ہے کہ ارتفاع ہمیشہ ۳۴ فٹ سے کم رہے - سیفن ہوا خارج کرکے یا پانی سے بھر کے کام میں لایا جاسکتا ہے - جب سیفن کام

پلیٹ ۶

کر رہا ہوتا ہے تو بہتے پانی سے جدا ہونے والی ہوا موڑ میں جمع ہونے کی طرف مائل رہتی ہے اور اس لیے ایک ظرف کا انتظام ضروری ہو جاتا ہے تاکہ بھرپور اخراج حاصل ہوتا رہے۔

سیفن نکاسی چادروں کے استعمال کی تجویز تالابوں اور نہروں کے لیے پیش کی جا چکی ہے۔ جوں ہی کہ پانی خم کے زیرین حصہ کے اوپر چڑھتا ہے سیفن ایک سادہ چادر کی طرح خم کے حصہ کے اوپر پانی کی گہرائی کے موافق ارتفاع رکھ کر پانی کو خارج کرنے لگتا ہے۔ جب پانی خم کے بالائی حصہ پر پہنچتا ہے تو سیفن کی طرح اپنا عمل کرتا ہے اُس وقت ارتفاع اور اس کے ساتھ ہی اخراجی قابلیت بیرونی شاخ کے صرف طول پر منحصر ہوتی ہے۔

اصطلاحی نام سیفن تو م بعض اوقات پُلیا کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔ اس پُلیا میں خم نیچے کی طرف کو ہوتا ہے اور یہ نہر کی تہ کے نیچے سے پانی گذار کر لے جاتی ہے۔

یہ حقیقی معنوں میں سیفن نہیں کہا جا سکتا۔

مثال (۴۳)۔ اُس سیفن کا اخراج بتاؤ کہ جس کا قطر ۳½ فٹ اور طول ۲۴۰ فٹ ہو اور پانی کی سطحوں کا فرق ۱۲ فٹ ہو۔

فرض کرو کہ رفتار ۱۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ تب (۱۰)² = (۳۹)² قَ ڈ

= ۱۵۲۱ × ۳½ × ۹/۲۴۰

∴ مزاحمتی ارتفاع ا = (۲ × ۲۴۰ × ۱۰۰)/(۷ × ۱۵۲۱) = ۴٫۵۱ فٹ

رفتاری ارتفاع اَگ = ۱٫۵ × رَ²/۲ج = ۳/۲ × ۱۰۰/۶۴ = ۲٫۳۴ فٹ

∴ مجموعی ارتفاع = ۶٫۸۵ فٹ

لیکن حقیقی مجموعی ارتفاع ۱۲ فٹ ہے۔

∴ حقیقی رفتار = ۱۰ √(۱۲/۶٫۸۵) = ۱۳٫۲۳ فٹ فی ثانیہ

خ = (رقبہ) ق × ر = π/۴ (۳½)² × ۱۳٫۲۳ = ۱۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

پلیٹ ۶

(۷۶) نلوں کا میلان ــــــ عملی صورتوں میں نل جس زمین پر ڈالے جائیں اُس زمین کی تراش کے مطابق ہونے چاہییں - اور اس لیے انھیں مختلف ڈھالوں پر مختلف قطعوں میں بچھانا چاہیے - فرض کرو کہ نل کے اختتام پر ایک معیّن اخراج درکار ہے - اگر نل کا قطر مسلسل چلا گیا ہے تو مجازی ڈھال عملاً ایک خطِ مستقیم ہوگا - خواہ نل کے قطعوں کے ڈھال کچھ ہی ہوں وجہ یہ ہے کہ مزاحمتی ارتفاع طولوں کے ساتھ متناسب ہوتے ہیں - یعنی قریب قریب اُن طولوں کے اُفقی ظِلّوں کے متناسب ہوتے ہیں - لیکن اگر نلوں کے تمام قطعوں کے قطر مساوی نہ ہوں تو ہر ایک قطعہ کا ایک خاص مجازی ڈھال ہوتا ہے - کیونکہ اخراج ق٢ر کے ساتھ متناسب ہوتا ہے یعنی ق٢ یا ق ڈ کے متناسب ہوتا ہے ∴ ڈ اس طرح بدلتا ہے جیسے $\frac{1}{ق^5}$ اگر اخراج مستقل ہو - اس لیے ایک ایسے نل کے سلسلے کے لیے جس کے قطعوں کے طول اور قطر معلوم ہوں یہ ممکن ہے کہ ہر قطعہ کے مجازی ڈھال معلوم کر لیے جائیں اس طرح پر کہ نل مسلسل بھرا ہوا بہے اور ایک مستقل اخراج حاصل ہو جائے - اگر ہر قطعہ کی ابتدا اور انتہا اُس کے مجازی ڈھال پر ہو تو مابینی حصّہ یا تو مجازی ڈھال پر منطبق ہوگا یا اس سے نیچے ہوگا - بصورتِ دیگر اگر حقیقی خطِ نل کا موقع مقرر کر دیا گیا ہو تو خط کو قطعوں میں منقسم کر دیا جائے اور نل کے خط کے قطعہ کے لیے نل کا قطر دریافت کر لیا جائے اس طرح پر کہ ہر ایک قطعہ کا ماتوائی ڈھال خطِ نل ہی پر شروع ہو اور ختم بھی ہو - موخر صورت ہی ہے کہ جس پر معمولی عمل ہوتا ہے -

فرض کرو کہ ج د ی ف (شکل ۵۰) ایک خطِ نل ہے جو زمین کی تراش کے ساتھ ساتھ جاتا ہے - اگر نل کا قطر یکساں تصور کر لیں تو پورے نل کے لیے مجازی ڈھال گ ف ہوگا لیکن نقطہ د اس ڈھال سے بلند ہے اس لیے یہاں ہوا جمع ہوگی اور نل بھرا ہوا نہیں بہیگا - اس لیے حصّہ ج د کے نل کا قطر ڈھال گ د کے لیے حل کرنا ہوگا - بقیہ نل کے لیے

پلیٹ ۱۶ اور ۱۷

د ف کو مجازی ڈھال مانا جاسکتا ہے ۔ کیونکہ پورا حصّہ د ی ف اس خط سے نیچے ہے اور اس ڈھال کے لیے قطر حل کیا جا سکتا ہے ۔ یا حصّہ د ی ف کو دو یا زیادہ قطعوں میں منقسم کیا جا سکتا ہے جیسے د ی اور ی ف اور ضروری قطر ڈھال د ی اور ی ف کے لیے معلوم کیے جاسکتے ہیں۔ جب کسی ڈھال کے لیے کوئی ایک قطر معین کر لیا جائے تو کسی دوسرے ڈھال کے لیے قطر بہت آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ

$$خ \propto ق^{۲}\sqrt{ق\,ڈ} \quad اور \quad خ \propto ق_{۱}^{۲}\sqrt{ق_{۱}\,ڈ_{۱}}$$

$$\therefore \frac{ڈ_{۱}}{ڈ} = \left(\frac{ق}{ق_{۱}}\right)^{۵} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵۰)$$

مثال (۴۴) ۔ ۲ فٹ قطر کے ایک نل کا اُتار نصف میل کے لیے ۱۰۰۰ میں ایک ہے اور اس کے بعد چوتھائی میل تک ۲۵۰ میں ا کے حساب سے ہے ۔ اگر رسدی حوض میں پانی کا لیول نل کے بالائی سرے کے مرکز پر ۱۳ر۵ فٹ اونچا ہو تو فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا ۔ (جامعہ ۱۹۱۸ء) ۔

فرض کرو کہ ج د ی (شکل ۵۱) خط نل ہے ۔ نقاط ج، د اور ی کے ارتفاع ۱۳ر۵، ۷ر۷۷، اور ۱۳ر۵۰ فٹ ہیں ۔ ف ی اوسط ڈھال کے اوپر نقطہ د ہے ۔ اس لیے میلان ف د پورے نل کے اخراج کو نظم میں لاتا ہے۔

$$ڈ = \frac{۷۷۷۷}{۲۶۴۰} ، \quad خ = \frac{\pi ق^{۲}}{۴} \times ۳۹\sqrt{ق\,ڈ} = \frac{۲۲}{۷} \times ۳۹\sqrt{\frac{۲ \times ۷۷۷۷}{۲۶۴۰}}$$

= ۴ر۹ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

∴ اخراج فی دقیقہ = ۴۶۰ مکعب فٹ

قطعہ د ی بھرپور نہیں بہیگا اور اس لیے اُس کا قطر چھوٹا رکھنے میں فائدہ ہے تاکہ اس کا مجازی ڈھال اس کے حقیقی ڈھال $\frac{۵ر۲۸}{۱۳۲۰}$ کے برابر ہو جائے۔

پٹینٹ ۷

$\frac{ق'}{۲} = \left(\frac{[illegible]}{۱۰٫۵۵۶}\right)^{\frac{1}{5}}$ ∴ ق' = ۱٫۸۰ فٹ یا تقریباً ۲۲ انچ ۔

مثال (۴۵) ۔ ایک ٹنکی سے ایک نل زمین پر بچھایا گیا ہے جس کا اُتار پہلے میل میں [illegible] فٹ اور دوسرے میل میں ۲۳٫۵ فٹ ہے ۔ نل کے درآمد والے سرے کے مرکز پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے تو ہر میل کے لیے نلوں کا قطر کیا ہونا چاہیے تاکہ اخراج ۲۳۶ کعب فٹ فی دقیقہ رہے اور جب نل نمایاں طور سے اخراج کر رہا ہو تو اُس کے سرے پر فی مربع انچ کس قدر دباؤ ہوگا اور جب اس کو ڈاٹ لگا کر بند کر دیا جائے تو دباؤ کیا ہوگا؟ (جامعہ ۱۸۸۲ء)

اس صورت میں پورا نل ڈھال ف ی (شکل ۵۲) کے نیچے واقع ہے اس لیے اس کا قطر تمام لمبائی میں یکساں رکھا جا سکتا ہے لیکن بموجب شرائط سوال نل کے قطر پہلے اور دوسرے میل میں مختلف ہونے چاہییں ۔

مجازی ڈھال ف د اور د ی ہونگے یعنی $\frac{۵۲٫۸}{۵۲۸۰}$ اور $\frac{۲۳٫۵}{۵۲۸۰}$ ۔

ج د کے لیے ق' = ۲٫۵۴۵ $\sqrt[5]{\frac{خ^2}{ڈ}}$ جہاں خ = ۳۹٫۳۳ فی ثانیہ

اور ڈ = $\frac{۱}{۱۰۰}$ ۔

ق' = ۲٫۵۴۵ $(۳۹٫۳۳)^{\frac{2}{5}}$ = ۱٫۱۱ فٹ ۔ گویا ۱۴ انچ قطر کا نل ۔

د ی کے لیے ہمیں معلوم ہے کہ $\left(\frac{ق'}{۱٫۱۱}\right)^5 = \frac{۵۲٫۸}{۲۳٫۵}$

∴ ق' = ۱٫۳۰ گویا ۱۶ انچی نل ۔

اگر نل آزادانہ طور پر اخراج کر رہا ہو تو اُس کا سرا ی مجازی ڈھال پر واقع ہوگا اور اس لیے دباؤ (بارِ ہوائی کو نظر انداز کرتے ہوئے دیکھو دفعہ) صفر ہوگا ۔ اگر سرے ی کو ایک ڈاٹ کے ذریعہ بند کر دیا جائے تو پورا ارتفاع ۷۶٫۳ فٹ دباؤ پیدا کریگا اور دباؤ فی مربع انچ ۔

$\frac{و ا}{۱۴۴} = \frac{۷۶٫۳ \times ۶۲٫۵}{۱۴۴}$ = ۳۳٫۱ پونڈ ہوگا ۔

پلیٹ ۷ اور ۸

(۷۷) - ارتفاع کے چھوٹے نقصان ---- ارتفاع کے چھوٹے چھوٹے نقصانوں کا باعث تیز گردن والی کہنیاں یا نل میں منحنی خم اور فوری پھیلاؤ یا سکڑاؤ ہوا کرتے ہیں۔

کہنیاں ---- کہنیوں پر ارتفاع کا نقصان پانی کی رَو میں سکڑاؤ کے باعث ہوتا ہے (شکل ۵۳)۔ اگر ف وہ زاویہ ہو جو کہ نل کا خمیدہ حصہ حقیقی نل کے طول کے ساتھ بناتا ہے تو نقصانِ ارتفاع ضابطہ ذیل سے معلوم ہوسکتا ہے:-

$$ا = (\frac{۱}{۲} \text{جب}^۲ ف) \frac{ر^۲}{۲ج}$$

خم ---- خموں پر نقصانِ ارتفاع شکل ۵۴ ایسے ہی سبب سے ہوتا ہے۔ نقصانِ ارتفاع کے لیے ویزباش[۱] کا کچا ضابطہ $ا = \{۰٫۱۳۱ + ۱٫۸۵ (\frac{ق}{۲ نہ})^{\frac{۷}{۲}}\} \frac{ر^۲}{۲ج}$ ہے جہاں $\frac{ق}{۲ نہ}$ وہ نسبت ہے جو نل کے نصف قطر کو خم کے نصف قطر کے ساتھ ہے۔

پھیلاؤ ---- جب کسی نل میں کوئی فوری پھیلاؤ واقع ہوتا ہے تو گرداب پیدا ہوتے ہیں جو توانائی کو منتشر کر دیتے ہیں اور نقصانِ ارتفاع کا باعث ہوتے ہیں۔ اگر $ر$ اور $ر_۱$ رفتاریں نل کے چھوٹے اور بڑے قطعوں میں ہوں (شکل ۵۵) تو وزن $و$ کا ہر ذرّہ جو رفتار $ر$ سے حرکت کر رہا ہو $و_۱$ وزن کے پانی کے جسم سے جو $ر_۱$ رفتار سے حرکت کر رہا ہے ٹکرائیگا۔ سیال چونکہ نہ دبنے والا اور اس لیے غیر لچکدار ہے اس کے تصادم کے بعد کی رفتار $ر' = \frac{و ر + و_۱ ر_۱}{و + و_۱}$۔

$$\text{توانائی قبل تصادم} = و \frac{ر^۲}{۲ج} + و_۱ \frac{ر_۱^۲}{۲ج}$$

$$\text{توانائی بعد تصادم} = (و + و_۱) \frac{ر'^۲}{۲ج}$$

$$\therefore \text{نقصان توانائی} = و \frac{ر^۲}{۲ج} + و_۱ \frac{ر_۱^۲}{۲ج} - (و + و_۱) \frac{ر'^۲}{۲ج}$$

$$= \frac{و و_۱}{و + و_۱} \times \frac{(ر - ر_۱)^۲}{۲ج}$$

پلیٹ ۸

اَب و، و کے مقابلہ میں غیر متناہی طور پر چھوٹا ہے۔

$\therefore$ نقصان توانائی $= و_۱ \frac{(ر - ر_۱)^۲}{۲ج}$

$\therefore$ پانی کے ہر مکعب فٹ میں نقصانِ توانائی $= وَ \frac{(ر - ر_۱)^۲}{۲ج}$

اور نقصانِ ارتفاع ل $= \frac{(ر - ر_۱)^۲}{۲ج}$

اس لیے نقصانِ ارتفاع وہ ارتفاع ہے جو رفتارِ اضافی کے باعث پیدا ہو۔

فرض کرو کہ قَ، قَ$_۱$ نل کے چھوٹے اور بڑے حصوں کے قطر ہیں

$\frac{ر}{ر_۱} = \left(\frac{قَ_۱}{قَ}\right)^۲$ $\therefore$ نقصانِ ارتفاع ل $= \frac{ر^۲}{۲ج}\left\{\left(\frac{قَ}{قَ_۱}\right)^۲ - ۱\right\}^۲$

اگر مثال کے طور پر قَ$_۱$ $=$ ۲ قَ تو ل $= ۹ \frac{ر^۲}{۲ج}$

سکڑاؤ — شکل ۵۶ میں نل کا جو تنگ حصہ بتایا گیا ہے اس میں دھار میں سکڑاؤ واقع ہوتا ہے۔ اگر نل کے چھوٹے حصہ کا رقبہ ق ہو تو دھار کی چھوٹی سے چھوٹی تراش س ق ہوگی اور اس تراش پر رفتار $\frac{ق}{س \times ق} ر = \frac{ر}{س}$ ہوگی۔

اس لیے صدمہ کے باعث نقصانِ ارتفاع $\frac{۱}{۲ج}\left\{\left(\frac{ر}{س}\right) - ر\right\}^۲$ یا $\left(\frac{۱}{س} - ۱\right)^۲ \frac{ر^۲}{۲ج}$ ہوگا۔

اس صورت میں سکڑاؤ کی قدر کی قیمت تقریباً ۶ءہ معلوم ہوتی ہے اس لیے

نقصانِ ارتفاع ل $=$ ۴۴ءہ $\frac{ر^۲}{۲ج}$

مثال (۴۶) — نلوں کا ایک خط ۴۰۰۰ فٹ لمبا ایک ٹنکی سے بچھایا جاتا ہے۔ پہلے نصف طول میں اُتار ۲۰ فٹ ہے اور دوسرے نصف طول میں ۱۵ فٹ اور منفذ کے اُوپر ٹنکی میں قلیل ترین ارتفاع ۵ فٹ ہے اس میں ۴ ہم کی ۳ اُفقی کہنیاں، ۹۰° کی ۴ اور ۵۰° کی ۴ لگی ہوئی ہیں۔ اخراج مطلوبہ ۳۰۰ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے۔ رفتار داخلہ کو پیدا کرنے کے لیے اور کہنیوں کی

پلیٹ ۸

مزاحمت پر غالب آنے کے لیے کس قدر ارتفاع کی ضرورت ہوگی ۔
ہمیں پہلے رفتار کی تقریبی قیمت معلوم کرنی چاہیے ۔

ڈ = ۴۰ / ۴۰۰۰ = ۱ / ۱۰۰ ، خ = ۵ مکعب فٹ فی ثانیہ ، ق = ۵۴ ۲۵ ڈ^۵ / خ^۲ = ۱ء۲۲

ر = ۳۹ √(۱ء۲۲ / ۴ × ۱ / ۱۰۰) = ۲ء۱۵ فٹ فی ثانیہ گویا ۲ فٹ

رفتارِ داخلہ کے لیے نقصانِ ارتفاع = ۰ء۵ ر^۲ / ۲ج

کہنیوں کے لیے نقصانِ ارتفاع = ۱/۲ × ر^۲ / ۲ج {۳ جب^۲ ۳۰° + ۴ جب^۲ ۴۵° + ۴ جب^۲ ۵۰°}

∴ مجموعی نقصان = ۴ / (۲ × ۶۴) (۳ + ۰ء۷۵ + ۱ء۶۴ + ۲ء۴۴) = ۰ء۲۵ فٹ یا ۳ انچ ۔

(۷۸) ۔ **شاخدار صدر نل جو دو یا دو سے زاید ٹنکیوں کی رسد رسانی کر رہا ہو** ـــــ فرض کرو کہ نل ج د (شکل ۵۵) صدر خزانۂ آب ج سے ٹنکی ی اور ف کو صدر نل کی شاخوں د ی اور د ف کے ذریعہ پانی بہم پہنچاتا ہے ۔ ی اور ف پر مطلوبہ اخراج مان لو کہ خ۱ اور خ۲ ہیں ۔ تب خ = خ۱ + خ۲ نل ج د کا اخراج ہوگا ۔ نقطہ د پر دباؤ کے ایک استوانہ میں پانی کی بلندی ج سے نیچے رہنی چاہیے تاکہ ج د میں بہاؤ حاصل ہو اور ی سے اوپر ہونی چاہیے تاکہ د ی میں بہاؤ حاصل ہو ۔ ان حدود کے مابین کوئی مناسب ارتفاع د ک مان لو ۔ تب تینوں نلوں کے مجازی ڈھال ج ک ، ک ی ، اور ک ف ، ہونگے اور ہم کو اخراج خ۱ + خ۲ ، خ۱ اور خ۲ معلوم ہیں ۔ ان سے قطر معلوم کیے جا سکتے ہیں ۔

مثال (۴۷) ۔ نقاط د ، ی اور ف (شکل ۵۵) صدر خزانۂ آب کے پانی کی سطح سے ۱۸ فٹ ، ۱۰ فٹ اور ۲۵ فٹ نیچے ہیں اور نل کے قطعوں کے طول ۳۰۰ گز ، ۱۶۰ گز ، اور ۲۵۰ گز ہیں ۔ نقطہ ی پر ۶۰ گیلن فی دقیقہ اور نقطہ ف پر ۱۲۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج مطلوب ہے ۔ نلوں کی تجویز کرو ۔

پلیٹ

$خ_۱$ = ۱ء۱۶ مکعب فٹ فی ثانیہ، $خ_۲$ = ۳ء۳۲ ∴ خ = ۴ء۴۸

فرض کرو کہ د ک = ۱۳ فٹ تب ڈ = $\frac{۵}{۹۰۰}$، $ڈ_۱ = \frac{۵}{۴۸۰}$، $ڈ_۲ = \frac{۲۰}{۷۵۰}$

$ق = ۰ء۵۴۲۵ \sqrt[۵]{\frac{خ^۲}{ڈ}} = ۰ء۵۴۲۵ \sqrt[۵]{۴ء۱۵۰}$

= ۰ء۵۳۶ یعنی ایک ۶½ انچی نل۔

$ق_۱ = ۰ء۵۴۲۵ \sqrt[۵]{۳ء۴۴۵}$ = ۰ء۳۰۴ یعنی ایک ۴ انچی نل۔

$ق_۲ = ۰ء۵۴۲۵ \sqrt[۵]{۳ء۰۸۴}$ = ۰ء۳۲۳ یعنی ایک ۴ انچی نل۔

(۷۹) - نل جو بھرپور نہ بہیں —— اگر ایک نل بھرا ہوا نہ بہے تو یہ حالت صرف اُس وقت ممکن ہوگی جب کہ نل اپنے مجازی ڈھال پر ڈالا گیا ہو اس وقت اس کا م' ل' ن، $\frac{ق}{۴}$ نہیں ہوگا - لیکن اسے عمومی رقموں میں $\frac{ق}{ب}$ سے ظاہر کرتے ہیں جہاں ق پانی کی تراش کا رقبہ ہے اور ب ترشدہ گھیر ہے یعنی قوس - اخراج میں تغیر ق × $\sqrt{\frac{ق}{ب}}$ کے مطابق ہوتا ہے یعنی جس طرح $\sqrt{\frac{ق^۳}{ب}}$ میں تغیر ہوتا ہے - اب یہ بہت آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے کہ جوں جوں پانی کی سطح ی سے ج د کی طرف (شکل ۵۸) اترتی ہے تو قوس رقبہ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیز شرح سے گھٹتی ہے اور حقیقتاً ایک خاص حد تک ق۳ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیزی سے گھٹتی ہے - یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اعظم ترین اخراج اس وقت حاصل ہوگا جب کہ زاویہ ج و د تقریباً ۴۵° ہو -

مثال (۴۰) - ۲۰ انچ قطر کے ایک پورے بھرے ہوئے نل کا اخراج ۵۹۰ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے بتاؤ کہ جب پانی کا عمق ۱۹ انچ ہو تو اُس وقت اخراج کتنا ہوگا (جامعہ ۱۹۰۸ء) -

فرض کرو کہ نل کا نصف قطر ن ہے، ق اور ب رقبہ اور نل کا ترشدہ گھیر جب کہ نل بھرپور چلے - $ق_۱$ اور $ب_۱$ یہی مقداریں جب کہ نل جزوی طور پر بھرپور چلے۔

پلیٹ ۸.

ق = π ن² = ۳٫۱۴ × ۱۰۰ = ۳۱۴ مربع انچ

ب = ۲ π ن = ۲۰ × ۳٫۱۴ = ۶۲٫۸ انچ

اگر ∠ ج و ی = طہ، توس ج ی د = ن × ۲ طہ

∴ ب₁ = ۲ن (π - طہ)

قطاع ج و د = طہ ن² اور مثلث ج و د = ن² × جب طہ × جم طہ

∴ قطعہ ج ی د = ن² (طہ - جب طہ × جم طہ)

∴ ق₁ = ن² (π - طہ + جب طہ × جم طہ)

موجودہ صورت میں و ف = ۹" اور و د = ۱۰"

∴ جم طہ = ۰٫۹ = جم ۲۵° ۵۰'

∴ طہ (نیم قطریوں میں) = (۲۵ ۵/۶)/۱۸۰ × ۳٫۱۴۱۶ = ۰٫۴۵۱

∴ π - طہ = ۲٫۶۹۰

ب₁ = ۲ ن (π - طہ) = ۲۰ × ۲٫۶۹۰ = ۵۳٫۸

ق₁ = ن² (π - طہ + جب طہ جم طہ) = ۱۰۰ (۲٫۶۹۰ + (جب ۵۱° ۴۰')/۲)

= ۳۰۸٫۰

اب خ₁/۵۹۷ = √(ق₁³/ب₁) ÷ √(ق³/ب)

∴ خ₁ = ۵۹۷ (۳۰۸/۳۱۴)^(۳/۲) (۶۲٫۸/۵۳٫۸)^(۱/۲) = ۶۲۷ مکعب فٹ فی دقیقہ

طہ کی اعظم ترین قیمت معلوم کرنے کے لیے ہمارے پاس ق₁³/ب₁ بھی اعظم ترین ہونا چاہیے۔

یعنی اگر π - طہ = طہ₁

تو ما = (طہ₁ - جب طہ₁ جم طہ₁)³ / طہ₁ اعظم ترین ہو۔

د ما / د طہ₁ = [طہ₁ × ۳ (طہ₁ - جب طہ₁ جم طہ₁)² (۱ - جم² طہ₁ + جب² طہ₁) - (طہ₁ - جب طہ₁ جم طہ₁)³] / طہ₁² = ۰

پلیٹ ۸

$\therefore$ (طہ - جب طہ جم طہ)^2 {۲ طہ جب^2 طہ - طہ$_1$ + جب طہ$_1$ جم طہ$_1$} = ۰

اگر ۲ طہ = فہ تو ۳ فہ $\frac{\text{۱ - جم فہ}}{۲}$ - $\frac{\text{فہ}}{۲}$ + $\frac{\text{جب فہ}}{۲}$ = ۰

$\therefore$ ۲ فہ - ۳ فہ جم فہ + جب فہ = ۰

جس سے تقریباً فہ = ۳۰۶° $\therefore$ ۲ طہ = ۵۴°

(۸۰) - ڈیوپٹ[1] کی مساوات

جب کوئی صدر نل کی لین ڈالنی ہو اور اس میں مختلف قطعے ایسے ہوں جن کے طول، قطر اور ڈھال مختلف ہوں تو بعض اوقات اس میں زیادہ سہولت رہتی ہے کہ ایک ہی قطرِ معلوم کے ساتھ ایک ایسے معادل نل کا طول معلوم کر لیا جائے جس کا مجموعی مزاحمتی ارتفاع ایک معلوم اخراج کے لیے وہی ہو جو کہ نل کی لین کا ہو۔

فرض کرو کہ ل$_1$، ل$_2$ .... مختلف قطعوں کے طول، قؔ$_1$، قؔ$_2$ ..... ان کے قطر ڈ$_1$، ڈ$_2$ .... ان کے ڈھال، ر$_1$، ر$_2$ .... ان کی رفتاریں ہیں، اور ل، قؔ، ڈ، ر بالترتیب طول، قطر، ڈھال اور رفتار معادل صدر نل کے ہیں جس کا قطر ایک ہی ہے۔

یکساں صدر نل میں مزاحمتی ارتفاع ا = ڈل = مہ $\frac{\text{۴ل}}{\text{قؔ}}$ × $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$

نل کے ٹکڑوں میں مزاحمتی ارتفاع ا = ڈ$_1$ل$_1$ + ڈ$_2$ل$_2$ + ...

= مہ $\frac{\text{۴ل}_1}{\text{قؔ}_1}$ × $\frac{\text{ر}_1^2}{\text{۲ج}}$ + مہ $\frac{\text{۴ل}_2}{\text{قؔ}_2}$ × $\frac{\text{ر}_2^2}{\text{۲ج}}$ + ...

$\therefore$ $\frac{\text{ل}}{\text{قؔ}}$ ر^2 = $\frac{\text{ل}_1}{\text{قؔ}_1}$ ر$_1^2$ + $\frac{\text{ل}_2}{\text{قؔ}_2}$ ر$_2^2$ + ...

لیکن ر$_1$ = $\frac{\text{قؔ}^2}{\text{قؔ}_1^2}$ ر، ر$_2$ = $\frac{\text{قؔ}^2}{\text{قؔ}_2^2}$ ر ....

---

[1] Dupuit

$$\therefore \frac{ل}{ق^{۵}} ر^{۲} = \frac{ل_{۱}}{ق_{۱}} \times \frac{ق^{۴}}{ق_{۱}^{۴}} ر^{۲} + \frac{ل_{۲}}{ق_{۲}} \times \frac{ق^{۴}}{ق_{۲}^{۴}} ر^{۲} + \ldots\ldots$$

$$\therefore ل = ل_{۱}\left(\frac{ق}{ق_{۱}}\right)^{۵} + ل_{۲}\left(\frac{ق}{ق_{۲}}\right)^{۵} + \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۱)$$

(۸۱) - دھاریں —— جب پانی چھوٹے سوراخوں سے دباؤ کے زور سے نکلتا ہے تو اس کی دھاریں بن جاتی ہیں جیسے کہ "آرائشی فوّارے یا آگ بجھانے والے انجن کی صورت میں ہوتا ہے۔ اس لیے کہ کسی نل سے ایک دھار اونچے سے اونچے مقام تک پہنچے نل کی مہنال ایسی شکل کی ہونی چاہیے کہ اس سے ایک بڑی رفتاری قدر حاصل ہو جائے۔ عام طور پر کسی موصل نل کا منہ ایک مخروطی مستدق مہنال ہوا کرتا ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ نل اور اُس کے منہ کے سنگھم پر قطر میں کوئی فوری کمی نہ ہونی چاہیے۔

فرض کرو کہ بہاؤ کی رفتار ر ہے اور موصل نل میں رفتار $ر_{۱}$ منہ کا قطر ق، نل کا قطر $ق_{۱}$ اور اس کا طول $ل_{۱}$ ہے تب

$$ر_{۱} = \left(\frac{ق}{ق_{۱}}\right)^{۲} ر$$

اخراج کی حقیقی رفتار پیدا کرنے والا ارتفاع $\frac{ر^{۲}}{۲ج}$ ہے۔ اور نل میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ارتفاع $م\left(\frac{۴ل_{۱}}{ق_{۱}} \times \frac{ر_{۱}^{۲}}{۲ج}\right)$ ہے۔

ارتفاع کے صغیر نقصانات جو خمیدہ نلوں یا داخلہ اور اخراج کے منفذوں کی مزاحمتوں کے باعث ہوتے ہیں انھیں اگر نظر انداز کر دیا جائے تو

$$\text{مجموعی ارتفاع } أ = \frac{ر^{۲}}{۲ج}\left\{۱ + م\frac{۴ل_{۱}}{ق_{۱}}\left(\frac{ق}{ق_{۱}}\right)^{۴}\right\}$$

$$\text{اور دھار کی بلندی } ا = \frac{ر^{۲}}{۲ج} = \frac{أ}{۱ + م\frac{۴ل_{۱}}{ق_{۱}}\left(\frac{ق}{ق_{۱}}\right)^{۴}} \ldots\ldots\ldots \quad (۵۲)$$

اس جملہ سے ظاہر ہے کہ دھار کی بڑی بلندی حاصل کرنے کے لیے ق کو ق کے متقابلہ میں بڑا ہونا چاہیے۔ مساوات (۵۲) میں ہوا کی مزاحمت کے باعث تصحیح کی ضرورت ہے اور دھار کی حقیقی بلندی ویزباش[1] کے ضابطہ کی رُو سے ل (۱-۰۰۳ء۰ ل) لی جا سکتی ہے۔

مثال (۴۹)۔ ایک فوارے کی ۲ انچی نلی ۳۵۰ فٹ لمبی ہے اگر خاص موقع پر آبی ارتفاع ۳۰ فٹ ہو تو بتاؤ کہ ایک عمدہ ساخت کی مخروطی نہال سے ایک آدھ انچی دھار کس قدر بلندی تک چڑھیگی۔

یہاں ا = ۳۰ فٹ، ل = ۳۵۰ فٹ، ق = $\frac{1}{6}$ فٹ، ق = $\frac{1}{24}$ فٹ

$$م = ۰۱ء۰ \left(۱ + \frac{۱}{۱۲ ق}\right) = ۰۱۵ء۰$$

$$ل = \frac{۳۰ (۴)^۴}{(۴)^۴ + ۰۱۵ء۰ \times ۴ \times ۳۵۰ \times ۶} = ۲۰ \text{ فٹ}$$

$$\text{حقیقی بلندی} = ۲۰ - ۰۰۳ء۰ (۲۰)^۲ = ۱۸٫۸ \text{ فٹ}$$

باب ششم کی مثالیں

۱۔ ۴ فٹ قطر کے ایک نل سے کتنے گیلن فی گھنٹہ کا اخراج حاصل ہوگا جب کہ ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اور نل بھرا ہوا ہے۔ (کلیہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔

جواب ۵۰۰، ۳۰۴۔

۲۔ ایک خزانۂ آب شہر سے ایک میل کے فاصلہ پر واقع ہے اس خزانہ سے شہر کو پانی پہنچانا ہے۔ آبادی دو لاکھ ہے۔ اور یہ اقرار ہے کہ روزانہ رسد ۳۰ گیلن فی کس کی نصف ۸ گھنٹے میں ہم پہنچانی چاہیے۔ اس رسد کے لیے کس جسامت کے نل کی ضرورت ہوگی اگر نل کے برآمد پر ارتفاع ۱۳۲ فٹ ہو (کلیہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔ جواب ۳۰ انچ۔

[1] Weisbach

۳ - ایک نل ۲۲۵۰۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج کرتا ہے جب کہ ڈھال ۴ فٹ فی میل ہو تو بتاؤ کہ نل کا قطر کیا ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) - جواب ۲۷ انچ۔

۴ - ایک اُفقی نل جس کا طول ۱۰۰۰ فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے ایک ایسے خزانۂ آب سے نکلتا ہے کہ جسے ہمیشہ بھرا رکھا جاتا ہے اور پانی کی سطح نل کے محور سے ۱۰ فٹ بلند رہتی ہے۔ نل سے پانی کا اخراج کس شرح سے ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۶۵ء) - جواب ۵۴۰ء مکعب فٹ فی ثانیہ۔

۵ - ایک ایسے بڑے صدر نل کا قطر معلوم کرو کہ جس کے ذریعہ پانی کی اُتنی ہی مقدار بہم پہنچائی جا سکے جتنی کہ تین ۲۰۵ فٹ قطر کے ½ ۱ میل لمبے صدر نلوں کے ذریعہ سے بہم پہنچائی جا سکتی ہے جب کہ ارتفاع ۱۴۰ فٹ ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) - جواب - ۴۷ انچ۔

۶ - کسی نل کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ ۱۰۰ میں ایک کے ڈھال کے لیے ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو۔ ۲ فٹ قطر کے نل کے لیے کیا ڈھال ہونا چاہیے کہ اخراج اتنا ہی رہے۔ (جامعہ ۱۸۷۴ء) - جواب (۱) ۳۰ انچ (۲) ۳۳ میں ۱۔

۷ - ایک آبرسانی کی اسکیم کے لیے دو تجویزیں ہیں۔ ایک میں مساوی قطر کے دوہرے نل تجویز کیے گئے ہیں اور دوسری میں صرف ایک نل۔ فرض کرو کہ بڑے نل کی دھات کی موٹائی چھوٹے نلوں میں سے ہر ایک کی موٹائی سے بقدر ⅕ حصہ کے زاید ہے۔ ان دونوں صورتوں میں جو نل درکار ہونگے ان کے اوزان کا تقریبی مقابلہ کرو۔ جواب ۱:۱۰۲۶

۸ - دو نلوں کا اخراج جن میں سے ہر ایک کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے ۲۸۰۸ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے تو ان کے قطر معلوم کرو۔ ایک کا قطر دوسرے کا دوچند ہے۔ (جامعہ ۱۸۷۶ء) - جواب ۵۳۰۰ انچ، ۲۶۰۵ انچ۔

۹ - ایک صدر نل کے سرے سے کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا جب کہ اس کا قطر ۱ فٹ، طول ۲ میل، اور ڈھال پہلے میل میں ۱۰۰۲ فٹ اور دوسرے میل میں ۲۳۰۵ فٹ ہے اور اس کے منفذِ داخلہ کے مرکز پر

ارتفاع ۳ فٹ ہے۔اس ارتفاع کو کتنا بڑھانا چاہیے کہ اخراج دوچند ہوجائے۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء) جواب (۱) ۹۲ مکعب فٹ (۲) ۳۹٫۶ فٹ۔

۱۰۔ ریڈہلس (Redhills) سے مدراس تک جن کا درمیانی فصل ۳۲۰۰۰ فٹ ہے ۴۸ انچ کا ایک نیا نل ڈالنا ہے اور اس سے ۱۰،۰۰۰،۰۰۰ گیلن فی ۲۴ گھنٹہ کا اخراج حاصل کرنا ہے۔ ریڈہلس پر پانی کا لیول ۱۵۰٫۰ ہے اور نل کا لیول مدراس پر ۳۱٫۵۰ ہے۔ دریافت کرو (۱) نئے نل میں مزاحمت کے باعث نقصان ارتفاع (۲) دباؤ فی مربع انچ مدراس کی طرف والے نل کے سرے پر۔ (جامعہ ۱۸۹۱ء)

جواب (۱) ۱۳٫۹ فٹ (۲) ۱۵ پونڈ

۱۱۔ ایک ایسا صدر نل ڈالنا ہے کہ جس کا طول ۴۸۰۰ فٹ ہو اور ڈھال ۱۹۲ میں ۱ اور اس کے ذریعہ ۳۲۵۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج ۱۰ پونڈ فی مربع انچ کے دباؤ کے تحت حاصل کرنا ہے۔ داخلی منفذ پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے۔ نل کا قطر کیا ہونا چاہیے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب ۲۴ انچ۔

۱۲۔ ایک سیفن جو ایک نہر کے کنارے کے اوپر سے اخراج کر رہا ہے ۶۰ فٹ لمبا ہے اور اس کا قطر ۱۲ انچ ہے۔ اس کا اخراج کیا ہوگا جب کہ موثر ارتفاع ۶ فٹ ہو۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب ۷٫۷ مکعب فٹ ثانیہ۔

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

کھلے نالوں میں پانی کا بہاؤ —— کسی کھلے نالے میں پانی کا بہاؤ اُس نل میں پانی کے بہاؤ کے مطابق ہوتا ہے جسے اُس کے مجازی ڈھال پر

بچھایا گیا ہے۔یعنی جس کی بالائی سطح آزاد ہو۔ پانی کی تراش کے ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک رفتار بدلتی رہتی ہے اور یہ کناروں کے قرب وجوار میں کم سے کم ہوتی ہے۔ کسی باقاعدہ یکساں تراش کے ایک معین طول کے نالے کے تمام ریشوں کی اوسط رفتار بہرصورت یکساں رہتی ہے۔ اور اس لیے بہاؤ کو یہ تصور کیا جا سکتا ہے کہ یہ ایسے مستوی پرتوں میں واقع ہوتا ہے جو یکے بعد دیگرے آنے والی تراشوں کے متوازی ہوں۔ اس طرح دفعات ۶۸، ۶۹ اور ۷۱ میں جو باتیں معلوم ہوئی ہیں اور جو نتائج اخذ کیے گئے ہیں اس صورت پر بھی حاوی ہونگے اور اس سے ہمیں

ر = √(۲ ج / م) √(ڈن) = س √(ڈن) حاصل ہوگی ...(۵۳)

جہاں ن ماثوائی اوسط گہرائی، ڈ پانی کی سطح کا ڈھال، اور س ایک قدر ہے جس کا انحصار

(۱) کناروں کے کھردرے پن

(۲) پانی کی تراش کی نوعیت

(۳) (قلیل حد تک) تہ کے ڈھال پر ہوتا ہے۔

دوسری غور طلب حالت کو اس لیے داخل کیا گیا ہے کہ پانی کی تراش کے ہر نقطہ پر چونکہ رفتار متغیر ہوتی ہے اور اس کو نظرانداز کیا جاتا ہے تو اس سے ایک خطا پیدا ہوتی ہے جس کی رعایت اس حالت کے شامل رکھنے سے ہو سکتی ہے۔ مصنوعی نالوں میں جو اس وقت ہمارے زیر غور ہونگے، تراش اور تہ کا ڈھال علی العموم یکساں ہوتے ہیں اس طرح عمق مستقل رہتا ہے یعنی پانی کی سطح تہ کے متوازی رہتی ہے۔ دریاؤں (ندیوں) کی صورت میں یہ بات نہیں پائی جاتی اور ان کی گہرائی عرض یا تہ کے ڈھال کے ہر تغیر کے ساتھ بدلتی ہے۔

اگر تہ، پانی کی سطح کے متوازی نہ ہو جیسا کہ رکاوٹوں کے قرب وجوار میں ہوتا ہے تو ہر ریشہ کا موثر اُتار اس صورت میں بھی پانی کی سطح کا موثر اُتار ہوگا۔

پلیٹ ۸ اور ۹

فرض کرو کہ ج د (شکل ۵۹) ایک ریشہ ہے جس کے سرے سطح سے ظ۱ اور ظ۲ گہرائیوں پر واقع ہیں اور مان لو کہ طول ج د میں سطحی اُتار لو ہے۔ ج د کا حقیقی ڈھال (ظ۲ + لو) - ظ۱ ہے۔ نقاط ج اور د پر دباؤ بالترتیب وظ۱ اور وظ۲ ہیں اس لیے د اب ارتفاع کا تفاوت ظ۱ - ظ۲ ہے۔ اور موثر اُتار ان ارتفاعوں کا مجموعہ ہے یعنی (ظ۲ + لو - ظ۱) + (ظ۱ - ظ۲) = لو

(۸۳) قدریں ــــ ایم۔ بیزن[۱] کے تجربوں اور تحقیقاتوں سے

ظاہر ہوتا ہے کہ قدر مہ کو (طولی اُتار کے باعث پیدا ہونے والے خفیف تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) اس شکل میں ظاہر کر سکتے ہیں مہ = عہ (۱ + به/ن)

جہاں ن سے مراد پانی کی تراش کا م، ۱، ع اور عہ اور به ایسی مقداریں ہیں جن کا انحصار کناروں کی نوعیت پر ہے۔

تمام نالوں کو ان کے کھردرے پن کے لحاظ سے اگر چار قسموں میں تقسیم کر دیا جائے تو عہ اور به کی قیمتیں حسبِ ذیل ہونگی[۲]۔

	عہ	به
۱۔ بہت چکنائے ہوئے نالے :۔ سیمنٹ، رندہ کیے ہوئے تختے ...	۰۰۰۳ر	۱ر
۲۔ چکنائے ہوئے نالے :۔ ترشے پتھر اور اینٹ کی تعمیر ...	۰۰۰۴ر	۲ر
۳۔ کھردرے نالے :۔ گنڈ کی بندش، سنگ بندی ...	۰۰۰۵ر	۸ر
۴۔ نہایت کھردرے نالے :۔ زمین	۰۰۰۶ر	۴ر۰

مثال (۵۰) سیمنٹ کی استر کاری کئے ہوئے نالے کا م، ۱، ع ۲ انچ ہے۔ تو بتاؤ کہ س کی کیا قیمت ہوگی۔

---

[۱] M. Bazin

[۲] نوٹ۔ عہ کے لیے بیزن (Bazin) کی قیمتیں اعشاریہ کے پانچ مرتبے تک معلوم کی گئی ہیں اور به کے لیے اعشاریہ کے دو مرتبے تک لیکن یہاں چونکہ ایسے اعداد دینا مقصود ہیں کہ جو آسانی سے یاد رہیں اس لیے ان قیمتوں کو مختصر کر دیا گیا ہے۔ ذیل کی جدول عہ اور به کی حقیقی قیمتیں بتاتی ہے جو پلیٹ ۹ میں دکھائی گئی ہیں۔ اس سے زیادہ مکمل جدول کے لیے دیکھو ضمیمہ ۱۔

پلیٹ ۸ اور ۹

م = ۰٫۰۰۳ (۱ + ۱٫۰/۵٫۰) = ۰٫۰۰۳۶

س = √(۲ج/م) = ۸/۰٫۰۶ = ۱۳۳

چاروں قسم کی قدروں کو ترسیمی طور پر پلیٹ ۹ میں دکھایا گیا ہے۔ چوتھی قسم کے نالوں سے ہمیں عام طور پر کام پڑتا ہے۔ اور اس قسم کے لیے س کی قیمتیں جدول ذیل میں دکھائی گئی ہیں۔

زمینی نالوں کے لیے قدریں

م، ا، ع	س	م، ا، ع	س	م، ا، ع	س
۰٫۲۵	۲۵	۳٫۰	۶۸	۶٫۵	۸۱
۰٫۵	۳۴	۳٫۵	۷۱	۷٫۰	۸۳
۰٫۷۵	۴۱	۴٫۰	۷۳	۷٫۵	۸۴
۱٫۰	۴۶	۴٫۵	۷۵	۸٫۰	۸۵
۱٫۵	۵۴	۵٫۰	۷۷	۸٫۵	۸۵
۲٫۰	۶۰	۵٫۵	۷۹	۹٫۰	۸۶
۲٫۵	۶۴	۶٫۰	۸۰	۱۰٫۰	۸۸

بیزن (Bazin) کی قدریں بڑے دریاؤں کے اخراج دریافت کرنے کے لیے استعمال نہیں کی جاسکتیں۔ اس قسم کے آبی گذروں کے لیے جملہ ر = س √(ان ڈ) میں کٹر (Kutter) کے ضابطہ سے جو س کی قیمت حاصل ہو استعمال کرنی چاہیے۔

کٹر کا ضابطہ حسبِ ذیل ہے :-

پلیٹ ۱۰

$$س = \frac{۴۱٫۶ + \frac{۱٫۸۱۱}{ن} + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}}{۱ + \left(۴۱٫۶ + \frac{۰٫۰۰۲۸۱}{ڈ}\right)\frac{ن}{\sqrt{م}}}$$

جہاں ڈ طولی ڈھال ہے، اور ن ناہمواری کی قدر جس کی چند قیمتیں ذیل میں درج ہیں :-

باریک استرکاری	۰٫۰۱۰	دریا اور نہریں جو اچھی حالت میں ہوں	۰٫۰۲۵
ترشے پتھر اور اینٹ کا کام	۰٫۰۱۳	دریا اور نہریں جو معمولی حالت میں ہوں	۰٫۰۳۰
گُنڈ کی بندش	۰٫۰۱۷	دریا اور نہریں جو خراب حالت میں ہوں	۰٫۰۳۵
سخت بجری	۰٫۰۲۰	....	

یہ ضابطہ تمام جسامتوں کی ندیوں کے لیے درست ہے خواہ وہ چھوٹی سے چھوٹی ندی ہو یا بڑے سے بڑا دریا ہو۔ لیکن جدولوں کی مدد کے بغیر بسہولت استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ قدروں کی قیمتیں ضمیمہ دوم میں دی گئی ہیں اور ان میں سے منتخب کو ترسیمی طریقہ پر پلیٹ ۱۰ میں دکھایا گیا ہے۔

مصنوعی نہروں کے لیے جن سے کہ اس باب میں بحث کی گئی ہے بیزن کی قدریں موزوں ہیں اور مثالوں میں استعمال کی گئی ہیں۔

(۸۴)۔ دو قسم کے مسائل عملی پیشِ نظر ہوتے ہیں، راست اور معکوس۔ اول الذکر میں نہر کے ابعاد معلوم ہوتے ہیں اس طور پر کہ ن معلوم رہتا ہے اور مناسب قدر دریافت کی جاسکتی ہے۔ اور آخرالذکر میں ن اور اس لیے س نامعلوم ہوتا ہے اور ہمیں تخمین کے طریقہ سے کام لینا پڑتا ہے۔ مثالیں حل کرنے سے پہلے بہرصورت نالوں کی عام شکلوں کا تذکرہ ضروری ہے۔

(۸۵)۔ **نالے کی تراش** ـــــ مٹی کے کام کے نالوں کی تراش منحرف نما ہوتی ہے ان کی تہ چپٹی ہوتی ہے جس کی چوڑائی افٹ

رجبہا کی چوڑائی سے لے کر ۱۸۰ فٹ بڑی سے بڑی صدر نہر کی چوڑائی تک ہوتی ہے - اور طرفی سلامیاں بھی ہوتی ہیں - اس کی سلامی کا انحصار زیادہ تر زمین کے ٹھہراؤ کے زاویہ پر ہوتا ہے - پہلے پہل یہ سلامی عموماً ۱ : ۱ یا ½ ۱ : ۱ رکھی جاتی ہے - لیکن جوں جوں وقت گزرتا جاتا ہے یہ طرفی سلامیاں زیادہ شدید ہوتی جاتی ہیں اور وہ کم و بیش ½ : ۱ کے قریب قریب ہو جاتی ہے - علی العموم اگر طرفی سلامی ت : ۱ ہو، تہ کی چوڑائی چ اور گہرائی ع تو ہمیں پانی کی تراش کا رقبہ ق = (چ + ت ع) ع کے حاصل ہوتا ہے اور ترشدہ گھیر ب = چ + ۲ ع $\sqrt{\text{ت}^2 + 1}$ گہرائی چند انچوں سے ۱۰ یا ۱۲ فٹ تک بدل سکتی ہے -

چنانچہ کے نالے مثلاً آب گذر عام طور پر تراش میں مستطیلی یا تقریباً مستطیلی ہوتے ہیں - جو نالے پہاڑ کاٹ کر یا کنکریٹ سے بنائے جاتے ہیں نصف دائری ہوتے ہیں - اس لیے کہ یہ شکل ہر لحاظ سے سب سے زیادہ سستی پڑتی ہے -

(۸۶) نالوں کا اخراج

اگر کسی موجودہ نالے کی رفتار اور اخراج معلوم کرنے ہوں تو اس کی تراش اور ڈھال کو ناپ لیا جاتا ہے تاکہ چ، ع، ت اور ڈ معلوم ہو جائیں - س کی حقیقی قیمت پھر معلوم کی جا سکتی ہے اور رفتار ر اور اخراج خ معلوم کیے جا سکتے ہیں -

مثال (۵۱) - ایک مٹی کے کام کی نہر کی تہ کی چوڑائی ۶ فٹ، طرفی سلامیاں ۱ : ۱، عمق ۳ فٹ اور اُتار ۱ فٹ فی میل ہے، رفتار اور اخراج معلوم کرو -

یہاں ق = (۶ + ۳) ۳ = ۲۷ مربع فٹ

ب = ۶ + ۲ × ۳ $\sqrt{2}$ = ۱۴٫۵ فٹ

$\therefore$ ن = $\frac{۲۷}{۱۴٫۵}$ = ۱٫۸۶

$م = ۰٫۰۰۶ \left(۱ + \frac{۴}{۱٫۸۶}\right) = ۰٫۰۱۹$

$س = \sqrt{\frac{۲ج}{م}} = ۵۷$ (اس کی حقیقی قیمت جدول دفعہ ۸۳ کی رُو سے ۶۰ ہوگی)۔

$ر = ۵۷ \sqrt{۱٫۸۶ \times \frac{۱}{۵۲۸۰}} = ۱٫۰۷$

$خ = ق ر = ۲۸٫۹$ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۲)۔ مذکورۂ بالا نہر کا اخراج کیا ہوگا اگر نہر کی تہ اور سلامیوں پر بے گھڑے پتھر سے سنگ بندی کردی جائے۔

یہاں $م = ۰٫۰۰۵ \left(۱ + \frac{۶٫۸}{۱٫۸۶}\right) = ۰٫۰۰۷۲$

$\therefore س = \sqrt{\frac{۲ج}{م}} = ۹۴$

$خ = \frac{۹۴}{۵۷} \times ۲۸٫۹ = ۴۷٫۶$ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۳)۔ اُس نصف دائری نہر کا اخراج کیا ہوگا جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہو اور جس کی تراش کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ، اور ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو۔

فرض کرو کہ ق قطر ہے، $\frac{\pi ق^۲}{۸} = ۲۷ \therefore ق = ۸٫۳$

$م، ا، ع = \frac{ق}{۴} = ۲٫۰۸$

$م = ۰٫۰۰۳ \left(۱ + \frac{۰٫۱}{۲٫۰۸}\right) = ۰٫۰۰۳$

$س = \sqrt{\frac{۲ج}{م}} = ۱۴۶$

$ر = ۱۴۶ \sqrt{\frac{۲٫۰۸}{۵۲۸۰}} = ۲٫۸۹$

خ = ق ر = ۰٫۸ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۸۷) مٹی کے کام کی منحرف نما نہروں کی تجویز۔ ہمارے پاس تین مساواتیں ہیں :۔

$$ر = س \sqrt{ان ڈ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۴)$$

$$خ = ق ر \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۵)$$

$$س = \sqrt{\frac{۲ ج}{مہ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۶)$$

$$جہاں\ ق = (چ + ت ع) ع ، ن = \frac{(چ + ت ع) ع}{چ + ۲ ع \sqrt{ت^۲ + ۱}}$$

$مہ = ۰٫۰۰۶ \left(۱ + \frac{۴}{ن}\right)$، اس طرح پر سات مقداروں چ، ع، ت، ڈ، س، ر اور خ میں سے کوئی سی تین دریافت کی جاسکتی ہیں اگر بقیہ معلوم ہوں۔ س کی قیمت چ اور ع کی رقموں میں بہرحال اس قدر پیچیدہ ہے کہ اس کو سوائے عددی صورت کے اور کسی صورت میں دوسری مساوات میں آسانی سے نہیں تبدیل کرسکتے۔ اس لیے ہمیں جن جن صورتوں سے واسطہ پڑے ہم ان کو دو جماعتوں میں منقسم کرسکتے ہیں۔ ایک وہ کہ جن میں معطیات کے ذریعہ مساوات (۵۶) کی مدد سے س کی قیمت بالراست معلوم ہوسکے۔ اور دوسری وہ کہ جن میں یہ صورت نہ ہو۔ پہلی قسم بلا کسی دشواری کے حل کی جاسکتی ہے۔ دوسری قسم کو حل کرنے کا بہترین طریقہ حسب ذیل ہے:۔

س کی ایک قیمت فرض کرلی جاتی ہے اور نہر کے ابعاد حل کرلیے جاتے ہیں۔ م، ۲، ع معلوم کرلیا جاتا ہے۔ اور پھر س کی قیمت اس کے مطابق دریافت کرلی جاتی ہے۔ اگر وہ مفروضہ قیمت کے برابر ہو تو حل مکمل ہوتا ہے ورنہ اس سے دوسری فرضی قیمت آزمانے کے لیے مدد ملتی ہے جس سے نہر کے ابعاد دوبارہ دریافت کرنے چاہییں۔ نہروں کی تجویز جدولوں کی مدد سے آسانی سے

تیار ہوسکتی ہے مثلاً ھائیم (Higham) کی جدول یا جیکسن (Jackson) کی جدول سے یا ضمیموں میں دی ہوئی جدولوں سے۔

اس طرح مساوات (۵۶) کو الگ کر لینے کے بعد صرف دو مساواتوں سے بحث باقی رہ جاتی ہے۔ اس کے علاوہ سلامی کا تناسب ت ہمیشہ دے دیا جاتا ہے کیونکہ اس کا انحصار زمین کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ اس طرح ہمارے پاس پانچ مقداریں چ، ع، ڈ، ر اور خ ہوتی ہیں جن میں سے کوئی سی دو اگر باقی تین معلوم ہوں تو معلوم کی جا سکتی ہیں۔ اس طرح دس صورتیں واقع ہو سکتی ہیں جن میں سے پہلی صورت سے دفعہ (۸۶) میں بحث کی جا چکی ہے۔ ان میں سے پانچ صورتوں میں چوڑائی اور عمق کو یا تو بتا دیا جاتا ہے یا معطیات کے ذریعہ ان کو فوراً دریافت کیا جا سکتا ہے۔ اور بنابریں س کی قیمت براہِ راست حل کی جا سکتی ہے۔ بقیہ پانچ کی صورت میں س کی قیمت یکے بعد دیگرے تقرب سے معلوم کرنی ہوتی ہے۔

	معلومہ	مطلوبہ
صورت اول — جب کہ س کی قیمت بالراست محسوب ہو سکے۔	چ ع ڈ	خ ر
	چ ع خ	ڈ ر
	چ ع ر	ڈ خ
	ع خ ر	ڈ چ
	چ خ ر	ڈ ع
صورت دوم — جب کہ س کی قیمت فرض کر لی جائے۔	خ ر ڈ	چ ع
	خ ڈ ع	چ ر
	خ ڈ چ	ع ر
	ر ڈ ع	خ چ
	ر ڈ چ	خ ع

مثال (۵۴) - ایک صدر نہر سے ۲۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل کرنا ہے جس کی رفتار ۲٫۵ فٹ فی ثانیہ ہے اور پانی کا عمق ۵ فٹ - طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں - تہ کا عرض اور ڈھال معلوم کرو-

$$ق = \frac{خ}{ر} = ۱۰۰۰ \text{ مربع فٹ}$$

$$\text{اوسط عرض} = \frac{ق}{ع} = ۲۰۰ \text{ فٹ}$$

$$\text{تہ کی چوڑائی } چ = ۲۰۰ - ۵ = ۱۹۵ \text{ فٹ}$$

$$ب = ۱۹۵ + ۱۰\sqrt{۲} = ۲۰۹٫۱۴$$

$$ن = \frac{ق}{ب} = \frac{۱۰۰۰}{۲۰۹٫۱۴} = ۴٫۷۸$$

جس سے م = ۰٫۰۱۱ اور س = ۷۶

$$ر = ۷۶\sqrt{۴٫۷۸\,ڈ}$$

$$\therefore \sqrt{ڈ} = \frac{۲٫۵}{۲٫۱۹ \times ۷۶} = ۰٫۰۱۵$$

∴ ڈ = ۰٫۲۲۵ فی ۱۰۰۰ فٹ یا ۱ فٹ ۲ انچ فی میل

مثال (۵۵) - آبپاشی کی ایک نہر سے ۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ اخراج حاصل کرنا ہے - جس کی رفتار ۳ فٹ اور ڈھال ۲۵۰۰ میں ۱ ہو - طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں - تو عمقِ آب اور تہ کا عرض معلوم کرو-

$$ق = \frac{خ}{ر} = \frac{۵۰۰}{۳} = ۱۶۷ \text{ مربع فٹ}$$

$$ر = س\sqrt{ن\,ڈ} \quad \therefore س\sqrt{ن} = ۱۵۰$$

فرض کرو کہ $ن = ۳ \therefore س = ۷۰ \therefore س\sqrt{ن} = ۱۲۱$

$ن = ۴ \therefore س = ۷۶ \therefore س\sqrt{ن} = ۱۵۲$

فرض کرو کہ ن = ۳ء۹ ∴ س = ۷۶ ∴ س √ان = ۱۵۰

ہمیں معلوم ہے کہ (چ + ع) ع = ۱۶۷ ...... (i)

۱۶۷ / (چ + ۲ع √۲) = ۳ء۹ .... (ii)

مساوات (ii) سے چ = ۴۲ء۸ − ۲ء۸ ع ، مساوات (i) میں تبدیل کرنے سے ۴۲ء۸ ع − ۱ء۸ ع² = ۱۶۷ جس سے ع = ۴ء۹ گویا ۵ فٹ۔

(i) سے (چ + ۴ء۹) ۴ء۹ = ۱۶۷ ∴ چ = ۲۹

اس لیے مطلوبہ ابعاد چ = ۲۹ فٹ اور ع = ۵ فٹ ہیں

مثال (۵۶) - جس نہر کی گہرائی ۳½ فٹ، ڈھال ۱۸ انچ فی میل، اور بازوؤں کے ڈھال ۱:۱ ہیں اس کا اخراج ۱۸۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ تہ کا عرض اور رفتار معلوم کرو۔

نہر کی گہرائی ۳½ فٹ ہے۔ مان لو کہ ن = ۳ فٹ

یعنی س = ۷۰، خ = ۱۸۰

ڈ = ۱/۳۵۲۰ ، ر = س √(ن ڈ) = ۲ء۰۵

اوسط چوڑائی = ۱۸۰ / (۲ء۰۵ × ۳½) = ۲۵

∴ چ = ۲۱½ ∴ ب = ۳۱ء۴ ، ق = ۸۷ء۵

اس لئے ن کی تصحیح شدہ قیمت ۸۷ء۵ / ۳۱ء۴ = ۲ء۸ ہے

∴ س = ۶۹ ، ر = س √(ن ڈ) = ۱ء۹۵

∴ اوسط چوڑائی = ۱۸۰ / (۱ء۹۵ × ۳½) = ۲۶ء۴ جس سے چ = ۲۳ فٹ

مثال (۵۶) ا - ایک نہر کی تہ ۷ فٹ چوڑی ہے ہر طرفی سلامی کا

طول ۶۲٫۸ فٹ ۔ پانی کی سطح پر عرض ۱۸ فٹ ہے اور عمق آب ۴ فٹ اور سطح کا ڈھال ۴ انچ فی میل تو بتاؤ کہ فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا ۔ (جامعہ ۱۹۳۶ء)

یہاں ق = ۵۰ مربع فٹ ، ب = ۲۰٫۶ فٹ ∴ ن = ۲٫۴

∴ س = ۶۶

$$ڈ = \frac{۱}{۵۲۸۰ \times ۳} \text{ ، } ر = س \sqrt{ن\ ڈ}$$

$$= ۶۶ \sqrt{\frac{۲٫۴}{۵۲۸۰ \times ۳}}$$

$$= \frac{۶۶}{۶۲\sqrt{۱۰}} = ۰٫۸۱۲$$

∴ خ = ۵۰ × ۰٫۸۱۲ = ۴۰٫۶ مکعب فٹ فی ثانیہ اور اخراج فی دقیقہ

= ۴۰٫۶ × ۶۰ = ۲۴۳۶ مکعب فٹ ۔

(۸۸) ۔ عملی معطیات ـــــ آبپاشی کی نہروں کی صورت میں

عام طور پر خ ، رٔ، ت اور ڈ کی قیمتیں دی ہوئی ہوتی ہیں اور ع اور چ کو معلوم کرنا ہوتا ہے ۔ بعض اوقات ع بھی دے دیا جاتا ہے اور چ اور ڈ یا چ اور ر کو معلوم کرنا ہوتا ہے ۔ اخراج خ کا تعین اُس رقبہ کے حساب سے ہوتا ہے جس کی آبپاشی کرنی ہوتی ہے اور عام طور پر ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ ۶۰ ایکڑوں کے لیے رکھا جاتا ہے ۔ رفتار ر کو جتنا زیادہ رکھنا ممکن ہو رکھا جاتا ہے تاکہ کھدائی کی تراش جتنی کم ہوسکتی ہے کم ہو جائے ۔ لیکن رفتار اتنی بلند بھی نہ ہونی چاہیے کہ پشتے اور تہ کٹ جائیں اور نہ اتنی کم کہ سوار کی پیدائش یا اٹ خوب اچھی طرح جمتی رہے ۔ رفتار عام طور پر ½ ۱ اور ۳ فی ثانیہ کے بین بین ہوتی ہے ۔ طرفی سلامی کا تناسب ت زمین کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے ۔ اور عام طور پر شروع میں ۱:۱ یا ½ ۱:۱ رکھا جاتا ہے اور طولی ڈھال ڈ اس علاقہ کی زمین کے قدرتی ڈھال سے زیادہ نہیں ہوسکتا لیکن نہر کی مناسب طور پر خطیائی کرکے یہ ڈھال جتنا چاہیں کم کیا جاسکتا ہے یا اگر نہریں ایک ہی مقام پر

تھوڑے تھوڑے فاصلوں پر اُتار دے دیے جائیں یا پختہ آبشار بنا دیے جائیں جن میں رفتار کی پیدا شدہ زیادتی کو زائل کرنے کا بند و بست ہو اس سے رفتار میں جتنی چاہیں کمی ہو جاتی ہے۔ تہ کا ڈھال چھوٹی نہروں میں ۲۰ فٹ فی میل، بڑی نہروں میں ۵ فٹ فی میل، یا بہت بڑی نہروں کے لیے ½ ا فٹ فی میل سے عام طور پر زاید نہیں ہوتا ۔ اگر رفتار دے دی گئی ہے تو نہر کے ڈھال کی زیادتی ن کی کمی یعنی عمق کی کمی کا باعث ہوگی ۔

اگر رفتار حد سے زائد ہو تو تہ میں گڑھے پڑ جاتے ہیں ۔ ان گڑھوں پر چھوٹے سیل خیز بنتے چلے جاتے ہیں جس کے باعث کٹائی اُلٹی طرف شروع ہو جاتی ہے یہاں تک کہ رفتہ رفتہ یہ کٹائی اوپر وار نہر کے مبداء کی طرف کو رُخ کرتی ہے اور اس سے سطحوں کی پس روی جو کہلاتی ہے وہ پیدا ہو جاتی ہے ۔

کشتی رانی کی نہروں کے تمام ابعاد اور رفتار دی ہوئی ہوتی ہے ۔ اور ڈ اور خ معلوم کرنا رہ جاتا ہے ۔ ابعاد کا تعین آمد و رفت کی ضروریات کے لحاظ سے ہوتا ہے اور کشتی کی کھچائی کی سہولت کی خاطر رفتار کو جس قدر کم رکھنا ممکن ہو رکھنا چاہیے جو ۵ء ۱ سے ۵ء۲ فٹ فی ثانیہ تک ہو سکتی ہے ۔

(۸۹) اقل گھیر والی نہریں —— نہر جس کا رقبہ دیے ہوئے گھیر کے لیے بڑے سے بڑا ہو یا جس کا گھیر دیے ہوئے رقبہ کے لیے کم سے کم ہو اعظم ترین اخراج کی نہر یا اقل ترین گھیر والی نہر کہلاتی ہے ۔ اس قسم کی نہروں کی شکل کا تعین کرنا مطلوبہ کھدائی پر عملاً اپنا اثر ڈالتا ہے ۔ اخراج میں تغیر اس طرح ہوتا ہے جس طرح ق × $\sqrt{ن}$ یعنی جس طرح $\sqrt{\frac{ق^3}{پ}}$ پس کسی معلوم اخراج کے لیے $\sqrt{\frac{ق^3}{ب}}$ مستقل رہتا ہے یعنی ق^3 ∝ $\sqrt{ب}$ ۔ اس لیے اگر بقیہ مقادیر وہی رہیں تو کھدائی کم سے کم اس وقت ہوگی جب گھیر کم سے کم ہو ۔

(ر) ڈھکے ہوئے نالے —— اگر نہر بند ہو یعنی پانی کی تراش کے ہر طرف محدود ہو جس کی بہترین شکل دائرہ ہے کیونکہ یہ وہ شکل ہے کہ

پلیٹ ۱۱

جس کا گھیر یا محیط دیے ہوئے رقبہ کے لیے کم سے کم ہوتا ہے ۔ اس صورت میں

م ا ع = قطر/۴ = ع/۴ جہاں ع بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس شکل کو عام طور پر نلوں کی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے ۔

نل جو بھرپور نہ ہے (دفعہ ۷۹) وہ جن معنوں میں یہاں بحث کی جارہی ہے جند نالا تصور نہیں کیا جا سکتا ۔

(ب) کھلی نہریں ــــ اگر نہر کھلی ہوئی ہو اور پانی کی سطح پر اُس کا عرض بڑے سے بڑا ہو تو نصف دائرہ اُس کی بہترین مثال ہے ۔ اس صورت میں

م ا ع = قطر/۴ = ع/۲ جہاں ع سے مراد بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس قسم کی شکل اُن نہروں کے لیے موزوں ہوتی ہے جو پہاڑ میں کٹائی کرکے یا کنکریٹ سے بنائی گئی ہوں ۔

(ج) منحرف نما نہریں ــــ اگر کسی کھلی نہر کی تراش کثیر الاضلاعی ہو تو بہترین شکل وہ ہے جو نصف دائرہ کے قریب قریب ہو یعنی دائرہ کے باہر بنا ہوا منتظم نصف کثیر الاضلاع جس کے اضلاع لاتعداد ہوں ۔ چونکہ عملی صورتوں میں اضلاع کی تعداد تین تک ہی رکھی جاتی ہے اس لیے منحرف نما نہر کی بہترین تراش ایک نصف مسدس ہے ۔

م ا ع = ع^۲ √۳ ÷ ۲ √۳ ع = ع/۲ ۔ یہ شکل چنائی کے کاموں میں اختیار کی جا سکتی ہے ۔ لیکن طرفی سلامیاں جو تقریباً ۱ : ۴/۷ ا ہوتی ہیں مٹی کے کام کے لیے بہت شدید ہوتی ہیں تاوقتیکہ ان میں سنگ بندی نہ کی جائے ۔

(د) منحرف نما نہریں جن کی طرفی سلامیاں دی ہوئی ہوں ــــ مٹی کی نہروں کی تعمیر میں جیسا کہ دفعات ۸۷ اور ۸۸ میں بتایا جا چکا ہے طرفی سلامیاں ہمیشہ معلوم ہونی چاہییں ۔ اگر نہر کی تہ کی چوڑائی لا اور گہرائی ما ہو تو معلوم طرفی سلامیوں نئے تناسب ت سے بہ آسانی ثابت کیا جا سکتا ہے کہ بہترین

پلیٹ ۱۱

شکل اس وقت حاصل ہوگی جب کہ لا = ۲ یا (√(ت² + ۱) - ت)

ہمیں معلوم ہے کہ ق = (لا + ت یا) یا .... (i)

ب = لا + ۲ یا √(ت² + ۱) ...... (ii)

بڑے سے بڑے اخراج والے نالے کی صورت میں ہم ب کو مستقل اور ق کو اعظم تصور کر سکتے ہیں یا ق کو مستقل اور ب کو اقل مان سکتے ہیں یا اگر اخراج کو مقررہ تصور کیا گیا ہو تو ق اور ب دونوں اقل ہونگے ۔ ہر صورت میں ق اور ب کے تفرقی سر صفر ہونگے ۔ یا کے لحاظ سے تفرقات سے :—

مساوات (i) سے لا + یا (فرلا / فریا) + ۲ ت یا = ۰

مساوات (ii) سے (فرلا / فریا) + ۲ √(ت² + ۱) = ۰

جس سے لا - ۲ یا √(ت² + ۱) + ۲ ت یا = ۰

∴ لا = ۲ یا (√(ت² + ۱) - ت)

م، ۲، ع = ق / ب = (لا + ت یا) یا / (لا + ۲ یا √(ت² + ۱))

= یا² (۲ √(ت² + ۱) - ت) / ۲ یا (۲ √(ت² + ۱) - ت) = یا / ۲

فرض کرو کہ ی ف ج ح (شکل نمبر ۶) نہر مطلوبہ ہے ۔ ی ف کے نقطہ وسطی س سے عمود د، یا، د تینوں ضلعوں پر ڈالو ۔

تب ق = ½ (ی ح × د + ح ج × یا + ج ف × د)

ب = ی ح + ح ج + ج ف

لیکن ق / ب = یا / ۲ ∴ د کو یا کے مساوی ہونا چاہیے ۔ لہذا س کو مرکز مان کر اور یا نصف قطر رکھ کر اگر دائرہ بنایا جائے تو وہ منحرف نما کے تینوں ضلعوں کو مس کریگا ۔

پلیٹ ۱۱

ف ک، ح ج پر عمود گراؤ تب مثلث س ل ف مثلث ف ا ج ک کے متشابہ ہوگا۔ ∴ $\frac{س ف}{س ل} = \frac{ف ج}{ف ک}$ ۔ لیکن س ل = ف ک ۔ یا ∴ س ف = ف ا ج ۔ یعنی طرفی سلامی چوٹی کی چوڑائی کی نصف ہوگی اور اس لیے گھیر چوٹ اور تہ کی چوڑائیوں کا مجموعہ ہوگا ۔ اس لیے شکل کو اس طرح بنانا پڑیگا جو ذیل میں درج ہے (دیکھو شکل ۱۱۰) ۔

(۱) گہرائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو — س د عمود، دی ہوئی گہرائی کے برابر بناؤ ۔ اور س اور د میں سے اُفقی خطوط ی ف اور ح ج بناؤ ۔ س کو مرکز مان کر س د کی دُوری پر ایک نصف دائرہ بناؤ ۔ ف ا ج اور ی ح دیے ہوئے میلانوں پر نصف دائرہ کو مس کرتے ہوئے کھینچو تو نہر مطلوبہ ی فا ج ح ہوگی ۔

(۲) چوٹی کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو — ی فا کو اُفقی شکل میں دی ہوئی چوٹی کی چوڑائی کے برابر بناؤ اور نقطہ س پر اس کی تنصیف کرو ۔ دی ہوئی سلامیوں پر ف ج اور ی ح بناؤ ۔ ف کو مرکز مان کر اور ف س کی دُوری پر ایک قوس بناؤ جو ف ج کو ج پر قطع کرتی ہو ۔ ج ح کو افق کے متوازی بناؤ تو نالے کی شکل پوری ہوجائیگی ۔

(۳) تہ کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو — تہ کی چوڑائی ح ج بناؤ اور نقطہ د پر اس کی تنصیف کرو ۔ ج ف اور ح ی دی ہوئی سلامیوں پر کھینچو ۔ ج سے ج ل، ج د کے مساوی بناؤ اور ل س اور د س علی الترتیب ج ف اور ح ج پر عمود بناؤ جو س پر ملتے ہیں ۔ س میں سے ی ف اُفقی بناؤ کہ جو طرفی سلامیوں سے ی اور فا پر ملے ۔

پلیٹ ۱۱

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ چونکہ ی ف = ۲ع $\sqrt{ت^۲+۱}$ ، ح ج = ی ف - ۲ ت ع

$$ق = \frac{(ی ف + ح ج) ع}{۲} = (ی ف - ت ع) ع$$

$$= ع^۲ (۲ \sqrt{ت^۲+۱} - ت)$$

$$\text{اس لیے } ع = \sqrt{\frac{ق}{۲\sqrt{ت^۲+۱} - ت}} \quad \ldots\ldots\ldots (۵۷)$$

اس لیے اگر مقادیر ع ، ق ، اور ت میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں تو تیسری دریافت کی جا سکتی ہے۔

اعظم اخراج کے لیے جو تراش اس طرح حاصل ہوتی ہے وہ عملاً صرف چھوٹے نالوں کے لیے کارآمد ہو سکتی ہے۔ بڑی نہروں کے لیے اگر اس طرح حل کیا جائے تو عمق بہت زیادہ نکلتا ہے اور کھدائی کے نرخ میں جو زیادتی اس طرح ہو جاتی ہے وہ کمی رقبہ کی بچت کو برابر کر دیتی ہے۔

(ی) مستطیلی نہریں — مستطیلی نہر ایک منحرف نما ہوتی ہے جس کا ڈھال ۹۰° دیا ہوا ہو۔ اس لیے اعظم ترین اخراج کی صورت میں وہ ایک نصف مربع ہوگا۔ م ، ا ، ع = $\frac{۲ع^۲}{۴ع} = \frac{ع}{۲}$ ۔ اس قسم کی شکل لکڑی یا پختہ چنائی کے آب گذروں کے لیے کام میں لائی جاتی ہے۔

(۹۰) اقل ترین گھیر کی نہروں کی تجویز

— مٹی کے کام کی چھوٹی نہروں کی ساخت میں ہمیں عام طور پر اخراج ، رفتار اور طرفی سلامیوں کو معین کر لینا پڑتا ہے اور تراش اور طولی ڈھال کو دریافت کرنا پڑتا ہے۔

مساوات (۵۷) سے ہمیں معلوم ہے کہ ع = $\sqrt{\frac{ق}{۲\sqrt{ت^۲+۱} - ۱ - ت}}$

اور ق = $\frac{خ}{ر}$

اس طرح ع معلوم ہوجاتا ہے اور چوٹی اور تہ کی چوڑائیاں اس سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔ م، ا، ع یعنی $\frac{ع}{۲}$ جب ہم کو معلوم ہو ہم س معلوم کرسکتے ہیں اور پھر مساوات ر = $\sqrt{ن\ ڈ}$ سے ڈ معلوم کرسکتے ہیں۔

مثال (۵۷)۔ ایک بہترین شکل کی مٹی کے کام کی نہر کو ۶۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲ فٹ کی رفتار سے کرنا ہے۔ اور طرفی سلامیاں $\frac{۱}{۲}$ ۱ : ۱ ہیں۔ نہر کی تجویز کرو۔

$$ق = \frac{۶۰}{۲} = ۳۰ \text{ مربع فٹ}$$

$$ع^۲ = \frac{ق}{۲\sqrt{ت^۲ + ۱} - ت} = \frac{۳۰}{۲\sqrt{۱۳} - ۱٫۵} = ۱۴٫۲۵$$

$\therefore$ ع = ۳٫۸ فٹ

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{ق}{ع} = \frac{۳۰}{۳٫۸} = ۷٫۹ \text{ فٹ}$$

تہ کی چوڑائی = ۷٫۹ - ت ع = ۲٫۲ فٹ

سطح کی چوڑائی = ۷٫۹ + ت ع = ۱۳٫۶ فٹ

$ن = \frac{ع}{۲} = ۱٫۹$

جس سے مہ = ۰٫۱۸۶ اور س = ۵۹

$$\therefore ڈ = \frac{ر^۲}{س^۲ ن} = \frac{۴}{(۵۹)^۲ \times ۱٫۹} = \frac{۱}{۱۶۵۴}$$

لیکن اگر نہر بڑی ہو تو عمق کی قیمت اتنی زیادہ ہوجاتی ہے کہ اُس کو عملی صورت نہیں دی جاسکتی۔

مثال (۵۸)۔ بہترین تراش کی اُس اقل نہر کے ابعاد معلوم کرو کہ جسے ۵۰۰۰ مکعب گز فی ساعت لیجانا ہو جب کہ سطح کا ڈھال ۶ انچ فی میل ہو اور طرفی سلامیاں ۱ : $\frac{۱}{۲}$ ۱ (جامعہ ۱۸۷۶ء)۔

یہاں ت = $\frac{۲}{۳}$، ق = ع^۲ $(۲\sqrt{ت^۲+۱} - ت)$ = ۱٫۷۳ ع^۲

خ = ۳٫۷۵ مکعب فٹ فی ثانیہ

$$ر = \sqrt{\frac{ع}{۲} \times \frac{۱}{۱۰۵۶۰}} = \frac{س}{۱۴۲}\sqrt{ع}$$

$$خ = ق \times ر$$

$$\therefore ۳۷۵ = ۱٫۷۳ ع^{۲} \times \frac{س}{۱۴۲}\sqrt{ع}$$

فرض کرو کہ س = ۸۰، ع = ۱۰٫۸ ∴ ن = ۴٫۵ جس سے مہ = ٫۰۱۰۴

اور س = ۸۷ جو فرض کی ہوئی قیمت کے کافی قریب ہے۔

$$ق = ۱٫۷۳ \times (۱۰٫۸)^{۲} = ۲۰۲ \text{ مربع فٹ}$$

$$\therefore \text{اوسط چوڑائی} = \frac{۲۰۲}{۱۰٫۸} = ۱۹ \text{ فٹ تقریباً}$$

تہ کی چوڑائی = ۱۹ − ت ع = ۱۹ − ۷٫۲ = ۱۱٫۸ فٹ

سطح کی چوڑائی = ۱۹ + ۷٫۲ = ۲۶٫۲ فٹ

مثال (۵۹) - ایک نہر میں پانی ۳ فٹ عمیق ہے، تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ ہے، طرفی سلامیاں $\frac{۳}{۲}$: ۱ ہیں اور اس کا ڈھال ۵۸۷۵ میں ۱ ہے - اس نہر کی ایک موزوں شاخ کا مجوزہ پیش کرو جو پانی کے $\frac{۱}{۴}$ حصہ کو لے جا سکے - اور ضروری ڈھال معلوم کرو تاکہ اس میں بھی پانی کی وہی رفتار رہے جو کہ اصل نہر میں ہے (جامعہ ۱۸۸۴ء) -

$$\text{یہاں } ع = ۳،\ چ = ۴۰،\ ت = \frac{۳}{۲}،\ ڈ = \frac{۱}{۵۸۷۵}$$

$$ق = (چ + ت ع) ع = ۱۳۳٫۵ \text{ مربع فٹ}$$

$$ب = چ + ۲ ع \sqrt{ت^{۲} + ۱} = ۵۰٫۸$$

$$ن = \frac{ق}{ب} = ۲٫۶۳$$

$$مہ = ٫۰۰۶\left(۱ + \frac{۴}{ن}\right) = ٫۰۱۵۱$$

پلیٹ ۱۱

$$س = \sqrt{\frac{۲ج}{مہ}} = ۶۵$$

$$خ = س \, ق \sqrt{ن \, ڈ} = ۱۸۳٫۵$$

$$ر = \frac{خ}{ق} = ۱٫۳۷ \text{ فٹ}$$

$$\text{نہر کی شاخ کے لیے } خ = \frac{۱۸۳٫۵}{۶} = ۳۰٫۵$$

$$ر = ۱٫۳۷$$

$$ق = \frac{خ}{ر} = ۲۲٫۳ \text{ مربع فٹ}$$

یہ چونکہ ایک چھوٹی نہر ہے اس لیے ہم اس کا عمق آب یہ سمجھ کر کہ اقل گھیر والی نہر ہے دریافت کرلیں۔ $ع = \sqrt{\frac{ق}{۲\sqrt{ت^۲+۱} - ت}} = ۳٫۲۵$ یہ عمق صدر نہر کے عمق سے زیادہ ہے اور اس لیے ناموزوں ہے۔

سنگم پر شاخ اور صدر نہر کی تہوں کو ایک ہی سطح پر رکھ کے اور شاخ کے صدر توم کے لیے ۳ انچ کا ارتفاع رکھ کے ہمیں شاخ کا مناسب عمق ۲٫۷۵ ملتا ہے۔

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{۲۲٫۳}{۲٫۷۵} = ۸٫۱ \text{ فٹ}$$

ت کو حسب سابق $\frac{۳}{۲}$ کے مساوی رکھ کر:—

$$\text{تہ کی چوڑائی} = ۸٫۱ - ۴٫۱ = ۴٫۰ \text{ فٹ}$$

$$\text{سطح آب پر چوڑائی} = ۸٫۱ + ۴٫۱ = ۱۲٫۲ \text{ فٹ}$$

$$ب = چ + ۲ع\sqrt{ت^۲+۱} = ۱۳٫۹$$

$\therefore$ ن = ۱٫۶ جس سے مہ = ۰٫۰۰۲۱ اور س = ۵۵

پلیٹ ۱۱

$$\therefore \text{ڈ} = \frac{\text{ر}^2}{\text{س}^2 \text{ن}} = \frac{1}{25 \cdot 75}$$

جو نہریں مٹی کے کام کی نہ ہوں اُنھیں دفعہ ۸۹ میں دیے ہوئے معطیات کے ذریعہ بہ آسانی تجویز کیا جا سکتا ہے۔

مثال (۶۰) - بہترین شکل کے ایک مستطیلی آب گذر جس کے بازو اور تہ لکڑی کے تختوں کے بنے ہوئے ہوں ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ۴ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے لے جاتا ہے۔ اس کی تجویز کرو۔

یہاں ت = ۰، ق = $\frac{\text{خ}}{\text{ر}}$ = ۳ مربع فٹ

$$\text{ع}^2 = \frac{\text{ق}}{2\sqrt{\text{ت}^2+1}-\text{ت}} = 1.5$$

$$\therefore \text{ع} = 1.22$$

چوڑائی = ۲ع = ۲.۴۴

$$\text{م}، 1، \text{ع} = \frac{\text{ع}}{2} = .61$$

$$\text{ه} = .003\left(1 + \frac{.1}{.61}\right) = .0035$$

$$\therefore \text{س} = 133$$

$$\text{ڈ} = \frac{\text{ر}^2}{\text{س}^2 \text{ن}} = \frac{16}{17689 \times .61} = \frac{1}{674}$$ ، اس لیے آب گذر کی ناپ ۱.۲۲ × ۲.۴۴ ہونی چاہیے اور اس میں ڈھال ۴.۷۶ فٹ میں ۱ ہونا چاہیے۔

(۹۱) متغیر اخراج کے لیے نہریں ــــ جب کسی نہر کو متغیر حجم لے جانا ہوتا ہے تو یہ مناسب ہوتا ہے کہ اُس کی رفتار تقریباً مستقل رہے۔ یعنی (س کے تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) م، ا، ع کو مستقل رہنا چاہیے یا گھیر کو اس شرح سے بڑھنا چاہیے جس سے کہ رقبہ بڑھتا ہے۔

پلیٹ ۱۱

یہ حالت مٹی کے کام کی نہروں میں بسہولت نہیں پیدا کی جا سکتی اس لیے کہ پانی کے اقل لیول سے اوپر جو سلامیاں ہونگی وہ کم سلامی کی ہوتی جائینگی اور بالائی سطح پر سلامیاں کسی قدر محدب ہو جائینگی - یہ اصول بہرحال ایک حد تک اُن بیضوی موریوں کی صورت میں اختیار کیا جاتا ہے جن سے گند آب کا مستقل اخراج حاصل کرنا ہو اور کبھی کبھی بارش کے پانی کی مقابلۃً بڑی مقداروں کا اخراج حاصل کرنا ہو۔

شکل ۶۱ اور ۶۲ میں دو بیضوی تراشیں دکھائی گئی ہیں جن سے ان کی ساخت ظاہر ہے۔ بلدی بیضوی (شکل ۶۱) میں معکوس کمان کا نصف قطر چوٹی کے نصف قطر کا نصف ہوتا ہے۔ ہاکسلے[1] کی بیضوی (شکل ۶۲) میں چوٹی کے نصف قطر کا تقریباً ۳/۵ حصہ - اُن پلیوں میں عام طور پر اینٹ کا کام ہوتا ہے اور ان کے عرضی قطر ۶ فٹ تک ہوتے ہیں۔ اس قسم کے نالے گو اوپر سے بند ہوتے ہیں لیکن اصطلاحاً کھلے نالے تصور کیے جاتے ہیں کیونکہ یہ دباؤ کے زور میں اخراج کرنے کے قابل نہیں ہوتے۔

مثال (۶۱) - ایک بلدی بیضوی پلیا جس میں اینٹ کا کام ہے اور جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہے ۳' - ۲" × ۴' - ۹" ناپ کی ہے۔ رفتاروں اور اخراجوں کا مقابلہ کرو جب کہ اس میں عمق آب، انتصابی قطر کا ۱/۳ اور ۲/۳ ہو۔

پیمانہ پر بیضوی کو اتار کر جب ہم پیمائش کرتے ہیں تو ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ

جب وہ ایک تہائی بھری ہو تو

$ق_1 = ۲٫۸۵$ ، $ب_1 = ۳۸٫۴$ ∴ $ن_1 = ۶۵٫$

اور جب وہ دو تہائی بھری ہو تو

$ق_2 = ۸٫۵۰$ ، $ب_2 = ۷٫۵۸$ ∴ $ن_2 = ۱٫۰۰$

---

[1] Hawksley

پلیٹ ۱۱

$$م_۱ = ٫۰۰۳ \left(۱ + \frac{٫۱}{۶٫۵}\right) = ٫۰۰۳۵ \therefore س_۱ = ۱۳۵$$

$$م_۲ = ٫۰۰۳ \left(۱ + \frac{٫۱}{۱٫۰}\right) = ٫۰۰۳۳ \therefore س_۲ = ۱۴۰$$

$$\text{پس } \frac{ر_۱}{ر_۲} = \frac{س_۱\sqrt{ن_۱}}{س_۲\sqrt{ن_۲}} = \frac{۱۳۵ \times ۸٫۱}{۱۴۰ \times ۱۰٫۰} = \frac{۱۰۹}{۱۴۰}$$

$$\frac{خ_۱}{خ_۲} = \frac{ق_۱ ر_۱}{ق_۲ ر_۲} = \frac{۲٫۸۵}{۷٫۵۸} \times \frac{۱۰۹}{۱۴۰} = \frac{۳۱۱}{۱۰۶۱}$$

اس طرح رفتار صرف ایک چوتھائی بڑھتی ہے اور اخراج سہ گنا ہوجاتا ہے۔

(۹۲) - کسی آڑی تراش میں تغیر رفتار —— جیسا کہ مزاحمت کی نوعیت سے توقع کی جاسکتی ہے رفتار تہ اور پشتوں کے نزدیک سب سے کم ہوگی اور پانی کی سطح کے قریب نہر کے محور میں زیادہ سے زیادہ۔ اگر $ر_س$ بڑی سے بڑی سطحی رفتار اور $ر_ت$ تہ کی رفتار، اور ر اوسط رفتار ہو تو تجربہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ تقریباً $ر = ٫۸ ر_س = ۱٫۳ ر_ت$ .... (۵۸)

ر اور $ر_س$ کا تعلق کارآمد ثابت ہوتا ہے اس لیے کہ سطحی ترنڈوں سے $ر_س$ کی قیمت بسہولت معلوم ہوسکتی ہے۔ نہر کی تجویز کرتے وقت ر اور $ر_ت$ کا تعلق معلوم ہونے سے ہم نالہ کو ایسی رفتار دے سکتے ہیں کہ جو مٹی کی معلوم طاقت رکھنے والی تہ اور پشتوں کو نقصان نہ دے۔ نیچے جو اوسط رفتاریں فٹوں فی ثانیہ میں دی گئی ہیں ان سے رفتاریں عام طور پر زیادہ نہ ہونی چاہییں:-

چکنی مٹی	٫۷۵	گنگڈ	۴٫۰
ریت	۱٫۵	پرت دار چٹان	۶٫۰
کنکر	۳٫۰	سخت چٹان	۱۰٫۰

سادہ فرقی اور لزوجی مزاحمت کے مفروضہ سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ انتصابی خط س د (شکل ۶۳) کے نقاط پر کی رفتاریں ایسے ایک ناقص

پلیٹ ۱۱

(جس کا محور سطح میں واقع ہو) کے فصلوں کے ذریعہ تعبیر کی جا سکتی ہیں ۔ اصلی حرکت بہر حال گرد ابوں کی موجودگی سے پیچیدہ ہو جاتی ہے ۔ یہ گرداب سطح کے قریب بہت زیادہ تعداد میں ہوتے ہیں ۔ تجربہ نے بتایا ہے کہ ان کا منحنی ایک ناقص ہے جس کا راس ۰٫۳ ع سطح سے نیچے ہوتا ہے ۔ بیزن (Bazin) نے سطح کی بڑی سے بڑی رفتار رس اور اوسط رفتار ر کے درمیان حسب ذیل تعلق دریافت کیا ہے ۔

$$ر = رس - ۲۵ \sqrt{م ڈ}$$

$$اب \quad ر = س \sqrt{م ڈ}$$

$$اس لیے \quad ر = \frac{س}{س + ۲۵} \, رس \qquad ....(۵۹)$$

مثال (۶۲) ۔ اس مٹی کے کام کی نہر کی انتہائی سطحی رفتار جس کا م ۱٫۲ ع ۴ فٹ ہو، ۵ فٹ فی ثانیہ برآمد ہوتی ہے ۔ اوسط رفتار معلوم کرو ۔

$$م = ۰٫۰۰۶ \,(۱ \times \tfrac{۴}{۵}) = ۰٫۱۲۰ ،\quad س = \sqrt{\frac{۲ج}{م}} = ۷۳$$

$$ر = \frac{۷۳}{۲۵ + ۷۳} \times ۵ = ۳٫۷۲ \text{ فٹ فی ثانیہ ۔}$$

بہت سے مصنفوں نے اس پر زور دیا ہے کہ پانی کی ہر ایک رَو کی تراش کی سطح اوپر کی طرف کسی قدر محدب ہوتی ہے یعنی محور پر کناروں کی بہ نسبت زیادہ اونچی ہوتی ہے ۔ لیکن جو تجربات رڑکی میں کیے گئے ہیں وہ اس خیال کی تائید نہیں کرتے ۔

---

[۱] رفتار کی اس تقسیم کا اطلاق صرف بلا روک تراشوں پر ہوتا ہے ۔ جب کسی غرقاب چادر کے اوپر سے اخراج کو معلوم کرنا ہو تو اس کے لیے بعض ماہرین کُنھنہ حصہ کے لیے رَو کی رفتارِ آمد کو سطحی رفتار کے مساوی لیتے ہیں اور منفذ کے حصہ کے لیے رَو کی اوسط رفتار کو رفتارِ آمد کے لیے لیتے ہیں ۔ اِن وجوہ کی بناء پر جو اوپر بیان کیے گئے ہیں اس عمل کو اس کتاب کے باب چہارم میں نہیں لیا گیا ۔

(۹۳) - ارتفاع کے خفیف نقصانات ـــــ ہر ایک نالے کا اُتار تقریباً پورا، مزاحمت پر غالب آنے کے کام آتا ہے ۔ رفتارِ داخلہ پیدا کرنے کے لیے اور رکاوٹوں، مثل خموں پر سے گزرنے کے لیے بہرصورت قلیل ارتفاعوں کی ضرورت ہوتی ہے ۔ ارتفاعوں کے ان نقصانات کی تلافی نالے میں اسی قدر زیادہ اُتار دے کر کی جاتی ہے ۔

رفتارِ داخلہ ـــ ہر ایک نالا اپنے مدخل پر مبدا رسد کی طرف یا تو کھلا ہوا ہوگا یا مبدا توم کے ذریعہ سے بند ہوگا ۔ پہلی صورت میں تھوڑے سے فاصلہ کے لیے پانی کی سطح میں تیز ڈھال ہوتا ہے ۔ یہ ڈھال اُس رفتار کو پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتا ہے جو م ۱، ع اور ڈھال کے باعث نالے میں آگے چل کر لازمی طور پر پیدا ہونی چاہیے ۔ دوسری صورت میں ارتفاع، توم کی بالائی اور زیرین سمت پر سطح آب کے لیول کا فرق ہوتا ہے ۔

فرض کرو کہ ق نالے کی تراش کا رقبہ ہے، ر نہر کی رفتار، ا حقیقی ارتفاع جو پیدایش رفتار کے لیے ضروری ہو ۔ کھلے در آمد کے لیے

$$\text{خ} = \text{س}\ \text{ق}\sqrt{\text{۲ج}\,\text{ا}} = \text{ر} \times \text{ق}$$

جس سے $\text{ا} = \dfrac{\text{ر}^2}{\text{س}^2 \times \text{۲ج}} = \text{۱٫۵}\,\dfrac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ جب کہ س کو ۰٫۸ مان لیا جائے ۔

بند در آمد کی صورت میں فرض کرو کہ توم کے دروں کا رقبہ ق_1 ہے اور ان میں سے

رفتار ر_1، $\text{ر}_1 = \dfrac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\,\text{ر}$، $\text{ا} = \dfrac{\text{ر}_1^2}{\text{س}^2 \times \text{۲ج}} = \left(\dfrac{\text{ق}}{\text{س}\ \text{ق}_1}\right)^2 \times \dfrac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$

$$= \text{۱٫۵}\left(\dfrac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\right)^2 \times \dfrac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$$

ان دونو صورتوں میں اگر چاہو تو داخلہ کے قریب نالے کو چوڑا کرکے اور اس طرح ابتدائی رفتار کو کم کرکے اُتار کو تقسیم کر سکتے ہو ۔

خم ـــ مصنوعی نالے میں موڑ علی العموم بڑے بڑے نصف قطروں کے

پلیٹ ۱۱

منحنی ہوتے ہیں۔ جو نقصانِ ارتفاع ان خموں سے واقع ہوتا ہے اُس کے متعلق کوئی قطعی نتیجہ خیز تجربہ موجود نہیں اس لیے همفری[1] اور آیبٹ[2] کے مِیسیسپی والے ضابطہ کی حسبِ ذیل ترمیم اختیار کی جاتی ہے:—

اُس خم کے لیے جس کی قوس کا محاذی زاویہ عہ ہو نقصانِ ارتفاع ا

$$= \frac{عہ}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \frac{ر^۲}{۲ج}$$

مثال (۶۳) ۔ کسی نہر کی شاخ کے پہلے گذر میں ۳۰° کے ۹ اور ۴۵° کے ۳ خم ہیں۔ مبدأ قوم کے دہانہ کا رقبہ نالے کی تراش کے رقبہ کا نصف ہے ۔ نہر میں رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ درکار ہے ۔ بتاؤ نالے کی تجویز میں ارتفاع میں کس قدر بیشی رکھنی چاہیے ۔

داخلہ پر $ا = ۱٫۵ (۲)^۲ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$

۳۰° کے خم پر، $ا = \frac{۳۰}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$

۴۵° کے خم پر، $ا = \frac{۴۵}{۹۰} \times ۰٫۳۶ \times \frac{ر^۲}{۲ج}$

∴ مجموعی نقصانِ ارتفاع $= \frac{ر^۲}{۲ج} (۶ + ۹ \times ۰٫۱۲ + ۳ \times ۰٫۱۸)$

$= ۰٫۰۵$ فٹ تقریباً۔

(۹۴) ۔ آبشار —— جب زمین کا قدرتی ڈھال نالے کے ڈھال سے زیادہ ہوتا ہے تو نالے کی تہ میں ایک دم گراؤ یا آبشار تعمیر کر کے طول میں بچت نکال لی جاتی ہے ۔ ان آتاروں یا آبشاروں میں پست چادریں ہوتی ہیں جن میں سیڑھیاں ہوتی ہیں جو نالے کے بہاؤ سمت میں ہوتی ہیں تاکہ گرتے پانی کی طاقت توڑی جا سکے، یا ایک واحد انتصابی اُتار ہوتا ہے جو پن گدی پر گرتا ہے ۔ ہر دو صورتوں میں مقصد یہ ہوتا ہے کہ اتروان ڈھال کے باعث جو رفتار میں تیزی پیدا ہو جاتی ہے وہ زائل ہو جائے ۔ اور زیرین سمت پر

[1] Humphery [2] Abbot's Mississippi

پلیٹ ۱۱ پانی نالے کی معمولی رفتار سے پہنچے - اگر کوئی چادر نہ ہو تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ جس مقام پر چادر ہونی چاہیے اس سے پچھلی طرف نالے کے پانی کا عمق ایک لمبے فاصلہ تک گھٹنا شروع ہو جاتا ہے جس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتار بڑھ جاتی ہے اور تہ کٹ جاتی ہے - جس بلندی تک چادر کو بنانا مقصود ہو وہ ہمیں مساوات

(۱۴) اور (۵۳) یعنی $خ = س\,ق\,م\,ا\,ن^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3}\,س\,ل\,\sqrt{2ج}\left\{(ا + و)^{\frac{3}{2}} - و^{\frac{3}{2}}\right\}$

کو و کے لیے حل کرنے سے حاصل ہوتی ہے - تب اگر نہر کا اصلی عمق ع ہو تو چادر کو (ع - ا) کی بلندی تک بنانا چاہیے -

آبشار کی وہ وضع جس میں پانی انتصاباً ایک پن گدی پر گرتا ہے (شکل ۶۵) وہ وضع ہے جو ہمیں قدرتی مناظر میں اکثر نظر آتی ہے اور قدرتی آبشاروں کے عین نیچے جو پانی کا ایک کنڈ بن جاتا ہے اس کے مطابق پن گدی کی گہرائی کے تعین کرنے میں ہم کو مدد ملتی ہے - نہری آبشاروں کی حالت میں جو ضابطہ اختیار کیا جاتا ہے وہ یہ ہے $لا = ۱٫۵\,\sqrt{ا}\,\sqrt[3]{ع}$ یہاں لا پن گدی کی گہرائی ہے، ع نہر کا عمق ہے اور ا نہر کے بالائی اور زیرین حصوں کے پانی کے لیول کا فرق ہے - اس وضع کا آبشار جو نہر باری دوآب پر تجربہ کے لیے بنایا گیا ہے تختی ۱۲ میں دکھایا گیا ہے - چوٹی پر پانی کی سطح کی شکل کو اور گراؤ پانی کی جو دھار بنتی ہے اس کو اور زیرین موج کو اچھی طرح مطالعہ کرنا چاہیے -

لہریا آبشار جن میں دوہری گولائیاں ہوتی ہیں (دیکھو شکل ۶۶) اس لیے بنائے جاتے ہیں کہ پانی انتصابی رفتار کے بغیر آبشار کے پاؤں پر گرا دیا جائے - حد سے زائد اُفقی رفتار کی زیادتی کا تدارک آبشار کے نیچے نہر کو چوڑا کر کے یا جھاڑ کی ٹھوکریں بنا کر عقبی پانی کے راستہ میں دیگر رکاوٹیں پیدا کر کے کیا جاتا ہے - دوہرے وتر س د کا ڈھال تقریباً ۶ : ۱ ہے اور اوپر والی قوس کا وتر س ی، س د کا تقریباً ایک تہائی ہے -

نہر گنگ پر جب کہ وہ پہلے پہل تعمیر کی گئی تھی تو لہریا آبشار کی چوٹیاں

بالائی گذر نہر کی تہ کے ہمسطح تھیں۔ چند میلوں تک ان آبشاروں کے اوپر جو کٹاؤ پیدا ہوئے وہ اس قدر زیادہ تھے کہ بہت جلد ان آبشاروں کی چوٹیوں کو اونچا کرنے کی ضرورت محسوس ہوئی۔

(۹۵) - قائم موجیں —— برقرار متغیر حرکت کی تفرقی مساوات کے ذریعہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اگر وہ عمق جس پر کوئی نہر بہ رہی ہو $\frac{ر^2}{ج}$ سے کم ہو اور اگر کسی رکاوٹ کے ذریعہ عمق کو بڑھا دیا جائے تو جس مقام پر ع = $\frac{ر^2}{ج}$ ہوگا اس مقام پر سطح آب تہ پر عمود وار ہونے لگتی ہے اور ایک قائم موج پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ حالت کسی چادر کی بالائی یا زیرین سمت میں پیدا ہو سکتی ہے اور اُن پلوں کی بہاؤ سمت میں بھی پائی جا سکتی ہے جب پانی طغیانی کی حالت میں دروں میں سے خارج ہو رہا ہو۔

اس طرح شکل ۶۷ میں نقطہ س کی تراش پر ع < $\frac{ر^2}{ج}$۔ جوں جوں پانی کی تراش رکاوٹ کی سمت میں زیادہ ہوتی جاتی ہے رگھٹتی ہے اور بالآخر س اور د کے درمیان ع = $\frac{ر^2}{ج}$ ہو جاتا ہے اور اس وقت قائم موج پیدا ہوتی ہے پھر ی پر گہرائی اس قدر قلیل ہے اور رفتار اتنی زیادہ کہ ع کم $\frac{ر^2}{ج}$ سے ہو سکتا ہے۔ چونکہ یہاں تہ میں عام طور پر ایک بے گھڑے پتھر کی پیش چادر ہوتی ہے اس لیے رفتار جلد جلد گھٹتی ہے اور ایک قائم موج ی اور ف کے درمیان پیدا ہوگی جس وقت $\frac{ر^2}{ج}$ کے برابر ع ہو جائیگا۔

موج کی بلندی بطریقۂ ذیل معلوم کی جا سکتی ہے :—

فرض کرو کہ کمیت س د (شکل ۶۷) و وقت کے بعد مقام س، د پر ہوتی ہے۔ سہولت کے لیے تصور کر لو کہ تراش مستطیلی ہے جس کا عرض ل اور عمق $ع_1$، $ع_2$ ہیں۔ معیارِ حرکت کا اُفقی تغیر $\frac{و}{ج}$ ($ف_1 ر_1 - ق_2 ر_2^2$) و

$= \frac{و ل}{ج}(ع_۱ ر_۱^۲ - ع_۲ ر_۲^۲)$ وَ ہوگا۔

س س اور د د پر عمل کرنے والے دباؤں کا فرق تصادم ہوگا جو کہ وَ وقت تک عمل پیرا رہے یعنی و $\left(\frac{ع_۲^۲}{۲} - \frac{ع_۱^۲}{۲}\right)$ ل وَ ہوگا۔

اس لیے $ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج}(ع_۱ ر_۱^۲ - ع_۲ ر_۲^۲)$

لیکن $ر_۲ = \frac{ع_۱}{ع_۲} ر_۱$

$\therefore ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج} ر_۱^۲ \times \frac{ع_۱}{ع_۲}(ع_۲ - ع_۱)$

$\therefore ع_۲ + ع_۱ = \frac{۲ر_۱^۲}{ج} \times \frac{ع_۱}{ع_۲}$

جس سے $ع_۲ = \sqrt{\frac{۲ر_۱^۲}{ج} ع_۱ + \frac{ع_۱^۲}{۴}} - \frac{ع_۱}{۲}$ ....(۶۰)

مثال (۶۴) - ایک پُل جو سیلاب کی حالت میں اخراج کر رہا ہے بالائی سمت دریا پر اور زیرین سمت دریا پر علی الترتیب ۱۰ فٹ اور ۶ فٹ کی گہرائیاں رکھتا ہے اور رفتارِ آمد $\frac{۱}{۲}$ ۸ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کیا کوئی قائم موج پیدا ہوگی اور اگر ہوگی تو اس کی بلندی کیا ہوگی۔

یہاں $ر_۱ = ۸٫۵$ ، $ر_۲ = ۸٫۵ \times \frac{۱۰}{۶} = ۱۴٫۲$

$\sqrt{ج ع} = \sqrt{۶ \times ۳۲} = ۱۳٫۹$

اس لیے $ر_۲$ ، $\sqrt{ج ع}$ سے کسی قدر بڑا ہے۔ وہ بہر صورت پُل کے نیچے کم ہو جائیگا۔ اور جب اس کی قیمت ۱۳٫۹ ہو جائیگی تو قائم موج پیدا ہوگی اور اس موج کی بلندی

$ع_۲ = \sqrt{\frac{(۸٫۵)^۲ \times ۲}{۳۲} \times ۱۰ + \frac{(۱۰)^۲}{۴}} - \frac{۱۰}{۲} = ۳٫۳۴$ فٹ

ابتدائی شرط ع > $\frac{ہ}{ج}$ کے معنی یہ ہیں کہ $\frac{ع}{۲}$ > ن ڈ - چوڑی اور اُتھل نہروں میں ن ع کے قریب قریب ہو جاتا ہے - اس لیے اس قسم کی نہروں کی صورت میں قائم موجوں کے پیدا ہونے کی ابتدائی شرط ڈ > $\frac{م}{۲}$ ہوگی۔ مٹی کی نہروں کے لیے مہ = ۰.۰۰۶ (۱ + $\frac{۴}{ن}$) اس کی کم سے کم قیمت بالآخر ۰.۰۰۶ ہوگی - اس لیے ساکن موجوں کی پیدائش کے امکان کے لیے ڈ کو ہونا چاہیے ۰.۰۰۳ سے یا میلان تقریباً ۱۶ فٹ فی میل سے کم نہ ہونا چاہیے -

باب ہفتم کی مثالیں

نوٹ - قدریں (بیزن کی) جو استعمال کی گئی ہیں وہ مندرجہ جدول ہیں۔

۱ - اُس نہر کا ڈھال فٹوں میں فی میل دریافت کرو جس کی تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ، طرفی سلامیاں ۲ : ۱ ہوں اور جس سے ۳۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۴ فٹ کی گہرائی پر حاصل ہو۔ اسی نہر کا اخراج ۵ فٹ کی گہرائی پر کیا ہوگا - (کلیہ ۸۲ ششم) جواب (۱) ۱۰ انچ فی میل (۲) ۴۵۷ مکعب فٹ ثانیہ -

۲ - اُس نہر کی رفتار اور اخراج معلوم کرو جس کی گہرائی ۳½ فٹ، تہ کی چوڑائی ۳۵ فٹ، طرفی سلامیاں ۱:۱ اور تہ کا ڈھال ۱۸ انچ فی میل ہے - جواب (۱) ۲ فٹ فی ثانیہ (۲) ۲۷۰ مکعب فٹ ثانیہ

۳ - کسی نہر کے ماقوائی اوسط عمق سے کیا مراد ہے ؟ ایک نہر کو جو سخت پتھریلی زمین میں بنائی گئی ہے ۱۰۰ مکعب فٹ پانی ۳ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے لے جانا ہے - اس کی تراش کو ایک نصف مربع مان کر فٹوں میں ڈھال فی میل معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۳ ششم) - جواب ۲۰۵ فٹ

۴ - اُس نہر کی تہ کی چوڑائی تقریباً مطلوب ہے جس کی طرفی سلامیاں ۱:۱، ہوں ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے اور ۴ فٹ کی گہرائی سے اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ

فی ثانیہ ہے (کلیہ ۱۸۸۲ء) - جواب ۶۰ فٹ -

۵ - ۴ فٹ گہری کسی نہر کی تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیے جب کہ بازوؤں کے میلان ½ ۱:۱ ، ڈھال ۳ فٹ فی میل ہو تاکہ اُس سے ۱۹۵ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو سکے - (جامعہ ۱۸۸۱ء) - جواب ۱۳ فٹ -

۶ - اُس نہر کا اخراج کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ ہوگا جس کا ڈھال ۶ انچ فی میل، تہ کی چوڑائی ۳۰ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں جب کہ وہ ۶ فٹ گہری بہے - اوسط، سطحی اور تہ کی رفتاروں کی کیا قیمت ہوگی؟ (جامعہ ۱۸۸۳ء) - جواب (۱) ۴۵۰ ۲۰ مکعب فٹ ، (۲) ۱٫۵۷ ، ۱٫۹۷ ، ۱٫۲۱ فٹ ثانیہ -

۷ - کسی نئی آبپاشی کی نہر (جس کو پانی کی ایک خاص مقدار لے جانی ہو) کی آڑی تراش اور میلان کی تعیین میں کن خاص واقعات کو پیش نظر رکھنا پڑتا ہے اور کیوں اعظم ترین اخراج کی صورت معمولی زمین میں بنائی ہوئی نہروں کے لیے دوسری صورتوں کے مقابلہ میں زیادہ مقبول اور سستی نہیں ہوتی (جامعہ ۱۸۸۲ء) -

۸ - ایک مستطیلی اینٹ سے بنے ہوئے آب گذر کا عرض کیا ہونا چاہیے جس کا طول ۲۲۰ گز ہو اور جس کو ۵۶۷۰۰ مکعب گز پانی فی گھنٹہ لے جانا ہو جب کہ پانی کی گہرائی ۵ فٹ ہو اور آب گذر میں ڈھال ۳ انچ - جواب ۳۰ فٹ

۹ - ایک نہر تہ پر ۸۰ فٹ چوڑی ہے، اس کی طرفی سلامیاں ۱:۱، ڈھال ۱ فٹ فی میل اور اوسط رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ ہے - تو بتاؤ کہ اس نہر کی گہرائی اور اخراج کیا ہونگے - جواب (۱) ۸٫۱۵ فٹ (۲) ۲۱۵۵ مکعب فٹ فی ثانیہ -

اس نہر کی ایک شاخ اس اخراج کا تیسرا حصہ لے جاتی ہے، اور بناء براں صدر نہر کی تہ کی چوڑائی گھٹ کر ۶۰ فٹ ہو جاتی ہے تو صدر نہر کا ڈھال کس قدر رکھنا چاہیے تاکہ ۳ فٹ فی ثانیہ کی رفتار قائم رکھی جا سکے (جامعہ ۱۸۸۷ء) جواب ۱٫۵ فٹ فی میل -

۱۰۔ ایک ایسی نہر کی تجویز کرنی ہے کہ جس سے ۳۵۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲½ فٹ فی ثانیہ کی رفتار کے ساتھ جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں حاصل ہو۔ زمین کی سطح ایسی ہے کہ ۳۶۰۰ میں ۱ کا میلان مناسب تصور کیا گیا ہے۔ نہر کی تراش کا نقشہ بناؤ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب۔ چوڑائی = ۱۶ فٹ گہرائی = ۶¼ فٹ۔

۱۱۔ ایک دریا سے ۲۰۰۰ ایکر کی آبپاشی کے لیے ایک نہر نکالی گئی ہے۔ دریا کے متعلقہ معلومات سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ستمبر میں جو کہ آبپاشی کا وہ مہینہ ہے جس میں کہ دریا میں بہت کم پانی رہتا ہے، ۱۶ دن تک ذرائع آمد سے پانی کی کافی مقدار حاصل ہوتی ہے۔ ذرائع آمد کے درمیانی وقفوں میں ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ سے زیادہ مقدار استعمال کے لیے نہیں حاصل کی جاسکتی تو نہر کی استعداد (یعنی طاقتِ اخراج) کیا ہونی چاہیے جب کہ ۵۰ ایکر کے لیے ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ مقرر کیا جائے۔

اگر یہ تصفیہ کیا جائے کہ رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ، گہرائی ۲ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہونی چاہییں تو تہ کی چوڑائی اور ضروری ڈھال معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) ۔جواب (۱) ۶۴½ مکعب فٹ ثانیہ (۲) چوڑائی = ۸¾ فٹ (۳) ڈھال = ۴۷۰۰ میں ۱۔

۱۲۔ اس نہر کے ابعاد معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۴۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ اور گہرائی اور اوسط عرض میں ۱:۱۵ کی نسبت ہو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۹ء) ۔جواب۔ گہرائی = ۴٫۸ فٹ چوڑائی = ۱۱٫۸ فٹ۔

۱۳۔ ایک مستطیلی گُنڈ پتھر سے تعمیر شدہ نہر کو ۱٫۵ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۷۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج دینا ہے۔ جب کہ اُس کا عرض گہرائی کا ۱٫۵ گنا ہو تو آخرالذکر کی قیمت معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء) ۔جواب ۳½ فٹ۔

۱۴۔ اعظم ترین اخراج کی متشاکل منحرف نما نہروں میں ماقوائی اوسط گہرائی کو پانی کی گہرائی سے کیا تعلق ہوتا ہے۔ اس قسم کی نہروں کے ہندسی خواص کیا ہیں۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۰ء)۔

۱۵ - اُس نہر کی کم سے کم تراش معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۱۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو - طرفی سلامیاں ۱½:۱ ہیں (جامعہ ۱۸۹۷ء) - جواب - گہرائی = ۳ء۱۱ فٹ، عرض = ۸ء۶ فٹ -

۱۶ - ایک بہترین صورت کی منحرف نما نہر کی تراش کو بناؤ جب کہ یہ معلوم ہو کہ گہرائی ۴ فٹ اور طرفی سلامیاں ۲:۱ ہیں - جواب - عرض = ۹ء۱ فٹ -

اس کے بہاؤ کی رفتار کا اُس نہر کی رفتار سے مقابلہ کرو جس کی گہرائی اور ڈھال اس کے برابر ہوں اور جس کی تہ کی چوڑائی ۳ء۳ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں (جامعہ ۱۸۸۷ء) - جواب رفتاریں مساوی ہیں -

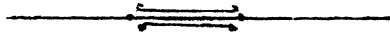
۱۷ - بہترین تراش کی اعظم ترین اخراج والی ایک نہر کی گہرائی ۸ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے تو اخراج معلوم کرو اور نہر کی تراش بناؤ جب کہ طرفی ڈھال ۱:۱ ہوں (جامعہ ۱۸۹۵ء) جواب - اخراج = ۳۴۳ مکعب فٹ ثانیہ - عرض = ۶ء۶ فٹ -

۱۸ - اقل ترین کناروں والی ایک نہر کا اوسط عرض ۱۴ فٹ، اور گہرائی ۸ فٹ ہے - تو طرفی سلامیاں معلوم کرو - جواب - ۳/۴ : ۱

۱۹ - افقی پیمانہ ۱ انچ فی ۱۰۰۰ فٹ اور انتصابی پیمانہ ۱ انچ فی ۵ فٹ مقرر کر کے زمین کی مندرجۂ ذیل تراشوں کو بناؤ اور اس پر ایک ایسی نہر کی تہ جس کی گہرائی ۲ فٹ اور تہ کا ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اس طرح بناؤ کہ پانی کی سطح ہر مقام پر بجز نقاط ا اور ب کے جہاں کہ اسے زمین کی سطح کے ساتھ ہموار ہونا چاہیے زمین کی طبعی سطح سے نیچے رہے (کلیہ ۱۸۸۴ء) -

فٹوں میں فاصلہ	فٹوں میں خطِ ابتدائی کے نیچے گہرائی	کیفیت
۰	۱ء۰	نقطہ ا
۱۰۰۰	۱ء۳	
۲۰۰۰	۲ء۶	
۳۰۰۰	۳ء۴	
۴۰۰۰	۴ء۹	
۵۰۰۰	۵ء۲	نقطہ ب

۲۰۔ ایک نہر جو تہ پر ۳۰ فٹ عریض ہے جس کے طرفی ڈھال افقاً ۴ اور انتصاباً ۳ اور جس کا ڈھال ۱۰۰۰ میں ۱ ہے ایک دریا سے پانی کی متغیر مقداریں حاصل کرتی ہے تو ۲، ۴ اور ۶ فٹ کی گہرائیوں پر رفتار اور اخراج معلوم کرو (جامعہ [illegible])۔ جواب (۱) ۸۷ء۰ فٹ ثانیہ، ۵۰ مکعب فٹ ثانیہ۔ (۲) ۲۶ء۱ فٹ ثانیہ، ۸ء۱۷ مکعب فٹ ثانیہ (۳) ۶۰ء۱ فٹ ثانیہ، ۳۶۵ مکعب فٹ ثانیہ

۲۱۔ اینٹ کی بنی ہوئی ایک بیضوی موری کا اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ میں معلوم کرو جب کہ بھری ہوئی بہے جس کا میلان ۱۰۰۰ میں ۱، عرضی قطر ۵ فٹ، انتصابی قطر [illegible]، فٹ اور معکوس کمان کا نصف قطر عرضی قطر کا [illegible] اور بازوؤں کے نصف قطر عرضی قطر کے ۱ اور ایک تہائی ہوں (جامعہ [illegible]) جواب۔ ۶۶۰۰ مکعب فٹ

دریاؤں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

(۹۶) - دریا ـــــ وہ اصول جو قدرتی نالوں میں پانی کے بہاؤ پر حاوی ہوتے ہیں وہی ہوتے ہیں جو مصنوعی نالوں کے لیے مرتب ہو چکے ہیں۔ اول الذکر کے شرائط زیادہ پیچیدہ ہوتے ہیں اُس کی وجہ یہ ہے کہ نالے کی تراش میں تغیرات کے باعث اُس کی رفتار متغیر ہوتی ہے، اس کے علاوہ سال کے مختلف موسموں میں بھی اخراج میں تغیرات ہوتے رہتے ہیں۔ پہاڑی علاقوں میں ندیوں کا ڈھال بہت زیادہ ہوتا ہے۔ رفتار بہت زیادہ اور توانائی بالفعل بہت ہوتی ہے۔ اس وجہ سے ان کے مارگ سیدھے ہوتے ہیں اور جن جن نشیبی زمینوں میں سے ندیاں بہتی ہیں اُن کی وجہ سے مارگ

بہت اچھی طرح نمایاں ہوتے ہیں ۔ میدانوں میں حالات بالکل اُلٹ جاتے ہیں۔
اور ایک قلیل سی رکاوٹ بھی دریا کی سمت کو بدل دیتی ہے ۔ اور اس سبب سے
دریا کا مارگ منحنی ہو جاتا ہے اور طولی ڈھال اور رفتار اَور بھی کم ہو جاتے ہیں۔
وہ ٹھوس مادّہ جو دریا کے مارگ کے بالائی حصّوں کی تہ اور کناروں سے کٹ کٹ کر
پانی میں معلق ہوتا رہتا ہے جوں جوں رفتار کم ہوتی جاتی ہے تہ میں بیٹھتا جاتا ہے۔
جس کی وجہ سے دریا کے دہانہ کے قریب کی زمین کے لیول میں اضافہ ہوتا جاتا ہے
اور موسمی سیلاب ارد گرد کی زمین پر تلچھن کو پھیلا دیتے ہیں اور کنارا سمندر کی
طرف بڑھتا جاتا ہے ۔ آخر کار جب کبھی کوئی غیر معمولی سیلاب آتا ہے تو دریا
جدید نالے بنا کر سمندر میں داخل ہوتا ہے ۔ یہی تمام عمل ان نالوں میں ہوتا
رہتا ہے اور ایک عرصۂ دراز کے بعد ایک ڈلٹا بہت زرخیز دربر آر زمین کا
بن جاتا ہے جس پر سے دریا کی شاخیں گذرتی ہیں جن کی تہیں متصلہ سرزمین
کے لیول سے بلند ہوتی ہیں ۔ مثال کے طور پر دریائے کرشنا کے مارگ کے
بالائی حصہ کا ڈھال ۴ ½ فٹ فی میل ہے ، اُس کے نیچے ۲ فٹ فی میل ، اور
ڈلٹا میں ۱ فٹ فی میل ہے اور دریا کے مارگ کے آخری حصہ میں زمین کا اُتار
دریا کے کنارے سے شروع کر کے اس کے سامنے سامنے ½ ۱ فٹ فی میل ہے ۔

دریا کے کسی حصہ کے سطحی ڈھال کا دارومدار تہ کے ڈھال پر اور تہ کی
چوڑائی کے تغیر پر جو اُس حصہ میں ہو اور اخراج کی حالت پر آیا ندی میں
طغیانی ہے یا نہیں ہوتا ہے ۔ کسی دیے ہوئے اخراج اور تہ کے ڈھال کے
لیے دریا کا عمق اس کی چوڑائی کے ساتھ بدلتا ہے اس لیے جب کہ کنارے ایک
دوسرے کے قریب ہوتے جاتے ہیں تو پانی اونچا ہونا شروع ہوتا اور ارتفاع کو
بڑھا کر اتنی رفتار پیدا کر دیتا ہے جو اخراج کو اس تنگ تراش میں سے لے جانے
کے لیے کافی ہوتی ہے ۔ پس سطح کا ڈھال جس پر رفتار کا دارومدار ہوتا ہے عام طور پر
تہ کے ڈھال کے متوازی نہیں ہوتا ۔ دریائے گوداوری کی تہ کا ڈھال ڈلٹا میں
۰.۵ فٹ فی میل کا ہے ۔ اور اس کے مقابلہ میں سطح آب کا ڈھال ۰.۷ فٹ
فی میل خشک موسم میں اور ۰.۲۵ طغیانی کے زمانہ میں ہوتا ہے ۔

دریا کے پانی سے کاشت کرنے کے لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ پانی کو دریا سے لے کر رقبہ قابلِ کاشت تک مصنوعی نہروں کے ذریعہ لے جایا جائے۔ معمولی آراضیات پر جہاں دریا کا بہاؤ ایک وادی میں ہوتا ہے یہ طریقہ اس وقت پورا ہوسکتا ہے کہ جب نہر کا مخرج دریا سے ایک ایسے مقام پر رکھا جائے جو کاشت کے رقبہ سے اوپر واقع ہو۔ اور نہر کو زمین پر اس طرح لے جائیں کہ اُس کا ڈھال دریا کے ڈھال کے مقابلہ میں کم ہو تاکہ نہر کے تحت میں تمام وہ رقبہ آجائے جہاں پانی کی ضرورت ہو۔ شمالی ہندوستان میں اس پر ہی عمل ہوتا ہے۔ جنوبی ہندوستان کے بڑے ڈلٹائی اضلاع میں یعنی گوداوری، کرشنا، اور کاویری میں یہ مسئلہ اور سہل ہوجاتا ہے اس لیے کہ نہر کا مخرج ڈلٹا کے مبدا پر رکھا جاتا ہے اور نہر کی شاخوں کو معاون بن بہاؤ پر لے جایا جاتا ہے تاکہ تمام ارد گرد کی آراضیات نہر کے تحت آجائیں اور آبپاشی بخوبی ہوسکے۔

ہندوستان میں آبپاشی کی صدر نہروں کے ذریعہ کشتی رانی کا کام ذیلی طور پر لیا جاتا ہے۔ انگلستان میں نہروں کی تعمیر صرف جہاز رانی کے لیے ہوا کرتی ہے۔

(۹۷) ۔ **دریاؤں کا اخراج** —— دریا کے پانی کی رسد سے کوئی پراجکٹ مرتب کرتے وقت یہ ضروری ہے کہ کم سے کم، معمولی اور زیادہ سے زیادہ اخراج کا اندازہ کیا جائے۔ تاکہ جاذِ مبدا توموں، سیلاب کے پشتوں اور دیگر کاموں کے ابعاد مقرر کرسکیں۔ کسی پل کی تجویز کے لیے صرف زیادہ سے زیادہ اخراج معلوم کرنا درکار ہوتا ہے۔ اخراج کو معلوم کرنے کے تین بڑے طریقے ہوتے ہیں جو ایک دوسرے کی پڑتال میں کام آتے ہیں۔

(۱) طولی ڈھال اور اوسط آڑی تراش کی پیمائش اور رفتار کے متعلق کُٹّر[ط] یا بیزن کے ضابطہ کا استعمال۔

(۲) براہ راست رفتار کی پیمائش۔

(۳) بن بہاؤ رقبہ کی پیمائش، نزولِ باراں کے مشاہدات، اور دریا تک پہنچنے والی مقدار کا تخمینہ کرنا۔

[ط] Kutter or Bazin

پلیٹ ۱۳ طریقہ (۱) اور (۲) ہر قسم کے اخراج کے لیے موزوں ہے، اور طریقہ (۳) کا بہترین استعمال محض سیلاب کے اخراجوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ اگر کوئی چادر دریا پر بنی ہوئی موجود ہے تو اس سے اخراج حل کرکے ایک اور پڑتال ہوجاتی ہے۔

(۹۸) - اخراج کو رفتار حل کرکے معلوم کرنا ——— ندی کا ایک سیدھا حصہ جس کی عرضی تراش باقاعدہ ہو اور جس کی لمبائی ½ سے ¾ میل ہو لے لیا جاتا ہے۔ چار آڑی تراشیں جو ایک دوسری سے برابر فاصلہ پر ہوں لے کر ان کو طول میں لیول کرکے ملا دیا جاتا ہے۔ تراشوں کے درمیان پانی کے لیولوں کے فرق سے دریا کے پانی کی سطح میں اتار معلوم ہو جاتا ہے جس سے اس وقت کے اخراج کا اندازہ کیا جا سکتا ہے۔ اعظم سیلاب کے اخراجوں کے لیے کناروں کے جو سیلابی نشان ہوں ان پر اور گاؤں والوں کی شہادت پر بھروسہ کرنا چاہیے۔ ان ہی معلوم کردہ سیلابی نشانوں تک تراش کی پیمائش اور سطحی ڈھال کا لیول کرنا چاہیے۔ اس کے بعد ہر تراش کا ماقوائی اوسط عمق (م، ۲، ع) کا حساب لگایا جاتا ہے اور کٹر یا بیزن کے ضابطہ کے استعمال سے موزوں قدر نکالی جاتی ہے۔ رفتاریں جو آڑی تراشوں سے اخذ کی جاتی ہیں اُن کا مقابلہ کرتے ہیں۔ اور اگر حاصل ضرب ق ر ہر ایک تراش کے لیے تقریباً ایک ہی ہو تو سمجھنا چاہیے کہ حساب قابل اطمینان ہے۔

کٹر (Kutter) کے ضابطہ میں (دفعہ ۸۳) ن کی قیمت جو استعمال کی جاتی ہے اس کا شمار اس طرح کرنا چاہیے :-

دریائے اوھایو (Ohio) پائنٹ پلیزنٹ[1] میں ۰۲۱ء

دریائے سین (Seine) پیرس میں ۰۲۵ء

دریائے مسسپی (Mississipi) ۰۲۷ء

دریائے رین (Rhine) بیزل (Basle) میں ۰۳۰ء

(۹۹) - آڑی تراشیں ——— آڑی تراشیں اس طریقے سے لی جاتی ہیں :-

[1] Point pleasant

پلیٹ ۱۳

ایک تار جس میں لٹکن برابر برابر فاصلہ پر لٹکے ہوئے ہوتے ہیں دریا پر اس طرح تان دیا جاتا ہے کہ وہ دریا کے محور سے زاویۂ قائمہ بنائے۔ اور ہر لٹکن پر پانی کا عمق ایک لکڑی کے ڈنڈے سے ناپا جاتا ہے جس کے نچلے سرے پر ایک قرص لگا دیا جاتا ہے تاکہ وہ تہ میں نہ گھس سکے۔ اگر دریا بہت چوڑا ہو یا بہت تیز ہو اور اس وجہ سے یہ ترکیب آسانی سے کام نہ دے سکے تو شکل ۶۹ کے موافق ج، د، ع گز کھڑے کر دیے جاتے ہیں یہاں زاویہ د ج ع قائمہ رکھا جاتا ہے۔ اب ایک کشتی کو پانی کی بالائی سمت سے آڑی تراش کی طرف چھوڑا جاتا ہے۔ جس وقت کشتی ج د پر پہنچتی ہے تو ایک معمولی "سیسے والی ڈوری" سے تہ کا عمق ناپ لیا جاتا ہے اور یہ پہلے ہی سے تہ سے کچھ فاصلہ اوپر لٹکتی ہوئی رہتی ہے۔ ساتھ ہی ساتھ کشتی کے مقام ف کا تعین زاویئی پیمائش سے کیا جاتا ہے۔ یہ پیمائش یا تو کشتی میں سے جیبی مسدس سے کی جاتی ہے یا زاویہ گیر کی مدد سے مقام ع سے کی جاتی ہے۔ اس طرح جب تہ کا عمق کافی تعداد میں دریافت کر لیا جاتا ہے تو تراش کا نقشہ بنا لیا جاتا ہے اور اس کی مدد سے رقبہ اور گھیر کا تعین ہو سکتا ہے۔

(۱۰۰)۔ **رفتار کی پیمائش** —— اخراج کو معلوم کرنے کے دوسرے طریقہ میں آڑی تراشوں کو لینے کا طریقہ اور طولی ڈھال کے لیے لیول کرنے کے ابتدائی کام پہلے ہی طریقہ کے مانند ہوتے ہیں، سوائے اس کے کہ تراشیں ایک دوسری کے زیادہ قریب ہوتی ہیں۔ اگر ندی چھوٹی ہو تو صرف اتنا کافی ہوگا کہ دو خط ۵۰ فٹ کے فاصلے پر لے لیے جائیں اور اس وقفۂ وقت کے متعدد مشاہدات کیے جائیں جو ان دونوں خطوط کے درمیانی فصل کو کوئی تونڈا ندی کے محور پر طے کرنے میں صرف کرتا ہے۔ ان مشاہدات کی اوسط لینے سے اعظم سطحی رفتار ر دستیاب ہوتی ہے اور پھر اوسط رفتار ر رشتہ بیسنزن سے (دفعہ ۹۲) معلوم ہو سکتی ہے۔ $ر = \frac{س}{س + ۲۵} ر_ش$ جہاں س

پلیٹ ۱۴

وہ قدر ہے جو نہر کے م ، ا ، ع کے لیے موزوں ہو۔ آڑی تراشوں کو کم سے کم تین کی تعداد میں ہونا چاہیے جن میں سے ایک ایک دَوڑ کے دونوں سروں پر اور ایک بیچ میں۔

اگر ندی بڑی ہو تو "ذفتادی ڈنڈوں" کو استعمال کرنا چاہیے۔ دو تار جن میں لٹکن مناسب وقفوں پر لٹکے ہوئے ہوں ۵۰ فٹ دوڑ[ا] کے دونوں سروں پر انھیں تان دیا جاتا ہے۔ ایک کھوکھلا ڈنڈا جس کی لمبائی اتنی ہو کہ وہ سطح سے لے کر قریب قریب تہ تک پہنچ سکے بالائی تراش کے لٹکن کے اوپر سے چھوڑا جاتا ہے۔ اور وہ وقت جو نچلی تراش کے متناظر لٹکن تک پہنچنے میں لگتا ہے ایک چلرُکنی گھڑی کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ اگر ڈنڈا نچلی تراش کے مقابل کے لٹکن کے قریب سے نہ گذرے تو مشاہدہ کو ردّ کر دینا چاہیے۔ تجربہ سے یہ بات واضح ہو چکی ہے کہ اس ڈنڈے سے تقریباً وہ اوسط رفتار معلوم ہو جاتی ہے جو اُس انتصابی سیالی سطح میں ہوتی ہے جس میں ڈنڈا پانی میں بہ رہا ہو۔ ڈنڈوں کو مختلف لمبائیوں کا بنایا جاتا ہے تاکہ پانی کے مختلف عمقوں کے لیے موزوں ہوں اور پانی میں آویزوں کے نیچے ڈنڈے چھوڑنے کے لیے مناسب لمبائی تہ کی اُس پیمائش کی رو سے لی جاتی ہے جو نالے کی آڑی تراش کے لیے شروع میں کی جاتی ہے۔ ڈنڈے (شکل ۸۸) استوانہ نما ہوتے ہیں، ان کا قطر ایک انچ ہوتا ہے، اور ٹین کی چادر سے بنائے جاتے ہیں، ان کے نچلے حصہ کو لوہے سے وزنی کر دیا جاتا ہے اور چھرّے بھر کر ان کو اس طرح ترتیب دے دیتے ہیں کہ وہ پانی سے دو انچ باہر تیرتے رہیں۔ اس کے اوپر کے حصّہ کو بند کر دیتے ہیں اور رُوئی کے گچھے لگا کر نشانیاں بنا دینی چاہییں۔ جب مشاہدے ختم ہو جائیں تو اخراج بہ آسانی حسبِ ذیل طریقہ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

فرض کرو کہ ندی کی چوڑائی کو موزوں قطعوں ج د ، د ع ، ع ف ،

[ا] اگر کوئی عمدہ وقت پیما موجود نہ ہو تو دَوڑ ۱۰۰ فٹ ہونی چاہیے۔

[۲] "رڑکی ماقوائی تجربات" کننگھم۔ رڑکی ۱۸۸۱ء۔

پلیٹ ۱۲

وغیرہ ، (شکل ۱۲) میں جن کی لمبائیاں ل، ل، وغیرہ ، ہوں منقسم کردیا گیا ہے۔ لٹکن ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ ان قطعوں سے وسطی نقاط کو اور رفتاری ڈنڈوں کے گذر کو ظاہر کرتے ہیں۔ ہر ڈنڈے کے گذر کا اوسط عمق ع تہ پیمائی کے ذریعہ سے ہوتا ہے۔ اور ڈنڈے کی رفتار ر مشاہدہ سے معلوم کی جاتی ہے۔ ہرایک قطعہ کا اخراج (ل ع) ر ہے اور کُل اخراج

خ = ∑ (ل ع ر) .... (۶۱)

اوسط رفتار = خ ÷ ق جہاں ق = ∑ (ل ع)۔

مثال (۶۵)۔ ذیل کی جدول کی پہلی تین سطروں میں جو معطیات دیے گئے ہیں اُن سے دریا کا اخراج معلوم کرو:-

——	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ
قطعوں کی لمبائی	$ل_1$ = ۱۶٫۵	$ل_2$ = ۲۰٫۰	$ل_3$ = ۲۵٫۰	$ل_4$ = ۳۲٫۰	$ل_5$ = ۳۰٫۰	$ل_6$ = ۲۶٫۸	$ل_7$ = ۱۸٫۳
اوسط عمق آب	$ع_1$ = ۴٫۸	$ع_2$ = ۹٫۷	$ع_3$ = ۱۲٫۴	$ع_4$ = ۱۵٫۷	$ع_5$ = ۱۲٫۰	$ع_6$ = ۹٫۷	$ع_7$ = ۴٫۸
اوسط رفتاریں	$ر_1$ = ۲٫۲۵	$ر_2$ = ۳٫۸۰	$ر_3$ = ۴٫۶۲	$ر_4$ = ۵٫۰	$ر_5$ = ۴٫۶۵	$ر_6$ = ۳٫۷۵	$ر_7$ = ۲٫۰۰
اخراج	مکعب فٹ $خ_1$ = ۱۷۸٫۲	مکعب فٹ $خ_2$ = ۷۳۷٫۲	مکعب فٹ $خ_3$ = ۱۴۳۲٫۲	مکعب فٹ $خ_4$ = ۲۵۱۲٫۰	مکعب فٹ $خ_5$ = ۱۶۷۴٫۰	مکعب فٹ $خ_6$ = ۹۷۴٫۹	مکعب فٹ $خ_7$ = ۱۷۵٫۶

∴ کُل اخراج خ = ۷۶۸۴ مکعب فٹ فی ثانیہ

اس سے زیادہ صحت اس طرح حاصل ہوسکتی ہے کہ لٹکنوں کو ندی کی سالم چوڑائی میں مساوی فاصلوں پر رکھا جائے اور بجائے منحرف نما ضابطہ کے ناقصی (Parabolic) ضابطہ (سمپسن[1] والا) یا ششش درجی ضابطہ (ویڈل[2] والا) استعمال کیا جائے۔ سمپسن کے قاعدہ میں یہ ضروری ہے کہ

[1] Simpson　[2] Weddle

لنگنوں کے دقفوں کو ۲ کا ضعف ہونا چاہیے اور ویڈل کے قاعدہ میں اس کو ۶ کا ضعف ہونا چاہیے۔ ویڈل کے قاعدہ سے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ فرض کرو کہ ہر وقفہ کی لمبائی (شکل ۵۲) ک ہے۔ تب کناروں کی رفتار کو صفر رکھ کر

پلیٹ ۱۴

قاعدۂ سمپسن سے $\text{خ} = \frac{\text{ک}}{3}\left(0 + 4\,\text{ع}_1\text{ر}_1 + 2\,\text{ع}_2\text{ر}_2 + 4\,\text{ع}_3\text{ر}_3 + 2\,\text{ع}_4\text{ر}_4 + 4\,\text{ع}_5\text{ر}_5 + 0\right)$

$$= \frac{2\text{ک}}{3}\left\{\text{ع}_2\text{ر}_2 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 2\left(\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_5\text{ر}_5\right)\right\} \cdots\cdots (62)$$

قاعدۂ ویڈل سے $\text{خ} = \frac{3\text{ک}}{10}\left(0 + 5\,\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_2\text{ر}_2 + 5\,\text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 5\,\text{ع}_5\text{ر}_5 + 0\right)$

$$= \frac{3\text{ک}}{10}\left\{\text{ع}_2\text{ر}_2 + \text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 5\left(\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_5\text{ر}_5\right)\right\} \cdots (63)$$

اگر طرفی سلامیوں کے پیروں کے درمیان آڑی تراش تقریباً یکساں عمق کی ہو تو اس میں ہم کو فائدہ رہیگا کہ اس وسطی حصہ کو چھ وقفوں میں اور اُن کے بغلی حصّوں میں سے ہر ایک کو دو دو وقفوں میں منقسم کردیں۔ وسطی حصہ کا اخراج ویڈل کے قاعدے سے نکالا جا سکتا ہے اور بغلی حصّوں کا سمپسن کے قاعدے سے۔

(۱۰۱)۔ **دیگر رفتار پیما** ـــــ کسی نقطہ پر رفتار کو معلوم کرنے کے کئی آلات ایجاد کیے گئے ہیں۔ لیکن یہ دریا پیمائی کے لیے ناکافی ہیں۔ ان میں سے جو سب سے زیادہ مشہور ہیں وہ یہ ہیں:ـــ

(۱) **پیچدار رو پیما** ـــ اس کی ساخت میں ایک چھوٹا پیچ ہوتا ہے جو دُخانی جہاز کے داسر کی وضع کا ہوتا ہے، اس کو پانی کی رَو چلاتی ہے اور ایک شمار پر یہ اپنے چکروں کی تعداد درج کرتا جاتا ہے۔ پیچ کا سر رَو کی مخالف سمت میں اس کے عقب میں ایک بڑا پرّہ لگا کر رکھا جاتا ہے۔ آلہ کو ایک ڈنڈے کے ذریعہ محلِ مطلوبہ تک نیچے کرتے ہیں۔ اور حسبِ خواہش اس کو روک سکتے ہیں یا چلا سکتے ہیں۔ اس کے متعلق جو اعتراض ہے وہ یہی ہے کہ چکروں اور رو کی رفتار کے رشتہ کا تعین پہلے سے کرنا پڑتا ہے اور یہ تعلق اس طرح معلوم ہو سکتا ہے کہ آلہ کو معلوم رفتاروں کے ساتھ ساکن پانی کے اندر کھینچا جائے اور اگر آلے کے متحرک حصّے جکڑ جائیں تو مذکورۂ بالا رشتہ میں ضروری بات ہے کہ تغیر واقع ہو جائے۔

پلیٹ ۱۳

(۲) پیٹو (Pitot) نلی — یہ ایک درجہ دار شیشے کی نلی ہوتی ہے جو ایک سرے کے قریب زاویۂ قائمہ پر مڑی ہوئی ہوتی ہے اور اس کا چھوٹا بازو مخروطی شکل کا ہوتا ہے تاکہ رَو کے سامنے ایک چھوٹا سا منفذ رہے۔ نلی کے اندر اور باہر کے پانی کے لیولوں کا فرق رفتار کی پیمائش کرتا ہے۔ پانی کی کسی رَو میں عمق ل پر مجموعی ارتفاع $(ل + \frac{ر^2}{۲ج})$ ہوتا ہے۔ اگر نلی میں رفتار کچھ نہ ہو تو ارتفاع $(ل + ل_۱)$ ہوگا جہاں $ل_۱$ پانی کی سطحوں کا فرق ہے۔ پس $ل_۱ = \frac{ر^2}{۲ج}$ اس آلہ کو ڈارسی (Darcy) نے رفتار کے تجربوں میں استعمال کیا تھا۔ اس پر اعتراض یہ ہے کہ رفتار ایک نقطہ پر لحظہ بہ لحظہ بدلتی رہتی ہے اور چونکہ نلی کو بند کرکے پڑھنے کے لیے نکالنا ہوتا ہے اس میں اس بات کا یقین نہیں ہوتا کہ اوسط متفرد لیا گیا ہے۔ اس کے علاوہ یہ بات ہے کہ سست رفتاروں کے لیے یہ کام میں نہیں آسکتا۔

(۳) پایں و ڈل کا مائی قوت پیما — یہ ایک مروڑی ترازو ہے۔ ایک پترہ رَو کے زاویہ قائمہ پر رکھا جاتا ہے جس کی حرکت ایک انتصابی تار کو مروڑتی ہے۔ زاویہ مروڑ پانی کے اوپر والی ایک قوس پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ رفتار کے تغیر کے ساتھ نمایندہ اہتزاز کرتا ہے اور اوسط زاویہ بہ آسانی دیکھا جا سکتا ہے۔ زاویہ اور رَو کی رفتار میں تعلق حل کرکے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

(۱۰۲) سیلاب کا اعظم ترین اخراج

— اعظم ترین اخراج کی دریافت کے لیے آڑی تراشوں کو طغیانی کے بلند ترین نشانوں تک لے جاکر ان کے رقبے اور ماتوائی اوسط عمقوں کا تخمینہ کیا جاتا ہے۔

$$\text{تب } \frac{خ_۱}{خ} = \frac{س \, ق_۱ \sqrt{م_۱ ن_۱}}{س \, ق \sqrt{م \, ن}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۶۴)$$

یہاں خ وہ اخراج ہے جو پیمائش شدہ رفتار سے دریافت کیا گیا ہو۔ اور $خ_۱$ مطلوبہ اعظم اخراج ہے۔ یہ بہرصورت یاد رکھنا چاہیے کہ اعظم ترین سیلاب کے دَوران میں تہ کی سطح کٹ جانے کے باعث پست ہو جاتی ہے۔

ا؎ پیٹو (Pitot) نے ایک زنگولی مہنال جیسی کہ شکل ۱۳۵ میں دکھائی گئی ہے، استعمال کی تھی۔ اس نے تجربہ سے معلوم کیا کہ $ل_۱ = ۱٫۵ \frac{ر^2}{۲ج}$۔

(۱۰۳) فراہمی مجروں سے طغیانی کا اخراج — کسی دریا یا

تالاب کے فراہمی مجرے سے وہ کل رقبہ مراد ہوتا ہے جس کا نزول باراں اُس دریا یا تالاب میں بہنے کی طرف مائل ہو۔ یہ رقبہ ہم ارتفاعی نقشہ کے ذریعہ بہ آسانی معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ اس کی حد پر ایسا پن ڈھال ہوتا ہے کہ جس کے اندر اندر کا بہاؤ مجری زیر بحث میں جاتا ہے اور باہر باہر کا بہاؤ دوسرے مجروں کی طرف۔ جن مجروں سے ہمیں واسطہ پڑتا ہے ان کا رقبہ ...۱۱۵ مربع میل مثلاً گوداوری کے مجرے سے لے کر ایک مربع میل کی ایک کسر تک ہو سکتا ہے جو چھوٹے تالابوں کا ہوتا ہے۔ بارش کا کچھ حصہ انتہائی اخراج کے مقام تک نہیں پہنچتا کیونکہ وہ زمین میں جذب ہو جاتا ہے یا بخارات بن کر اُڑ جاتا ہے۔ مقدار ضائع شدہ کا انحصار زیادہ تر زمین کی نوعیت، ملک کے ڈھال، اور مجرے کی شکل پر ہوتا ہے۔ مثلاً نزولِ باراں کی اعظم ترین مقدار ۲۴ گھنٹے میں اُس رجسٹر سے معلوم کرنی چاہیے جو ایسے قریب ترین مقام پر رکھا جائے جہاں ایک باراں پیما لگا ہوا ہو۔ مجرے کے اخراج کی شرح بہر صورت اُس مقدار کے راست طور پر تابع نہ ہوگی کیونکہ

(۱) زوردار بارش بہت ہی مقامی ہوتی ہے۔ یعنی ایک خاص مقام پر طوفانی بارش کا اندراج صرف ایک محدود رقبہ کے لیے درست ہوتا ہے۔ غالباً اُس مقام کے چوطرفہ تقریباً ۵ مربع میل کے رقبہ کے لیے درست ہو سکتا ہے اسی قدر زوردار بارش مجرے کے دوسرے مقامات پر ہو سکتی ہے لیکن اُسی وقت میں نہیں۔

(۲) جیسے جیسے مجرے کا رقبہ بڑھتا جاتا ہے یہ زیادہ ممکن ہے کہ اخراج کے مقام کے قریب کی زمین کا بہاؤ اُس وقت سے قبل موقوف ہو چکا ہو جس وقت کہ دور دراز کے مقامات کا بہاؤ پہنچتا ہے۔

اس قسم کی متناسب کمی کا حساب کرنے کے لیے جو بڑے رقبوں کی صورت میں رونما ہوتی ہے متعدد امتحانی ضابطے تجویز کیے گئے ہیں۔ جو ضابطے خاص طور پر جنوبی ہند میں استعمال کیے جاتے ہیں وہ حسب ذیل ہیں:

رایوز (Ryves) کا ضابطہ $خ = س\, م^{\frac{2}{3}}$ .... (۶۵)

ڈِکنز (Dickins) کا ضابطہ $خ = س_1\, م^{\frac{3}{4}}$ .... (۶۶)

جہاں م سے مراد مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س اور $س_1$ مقامی قدریں ہیں جن کا انحصار اُس علاقے کی زمین اور ڈھال پر ہوتا ہے۔

قدروں کی قیمتیں خاص خاص اضلاع کے لیے معلومہ مجروں سے سیلاب کے اعظم ترین اخراج ناپ کر اخذ کی جاسکتی ہیں۔ مثلاً اگر ۸۰ مربع میلوں کو سیراب کرنے والی ندی کا اعظم ترین سیلاب کا اخراج ۹۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو تو اس سے س = ۵۱۰ اور $س_1$ = ۳۵۵ نکلتا ہے۔

تالابوں کے گروہ میں سے جو ایک ہی پن بہاؤ رقبہ میں واقع ہو ایک تالاب کا سیلابی اخراج معلوم کرنے کے لیے مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں حسب ذیل طریقِ کار اختیار کیا جاتا ہے :- اگر تالاب زیرِ بحث کا رسدی رقبہ م اور اُس کے اوپر کے تالابوں کا رسدی رقبہ $م_1$ ہو تو $خ = س\, م^{\frac{2}{3}} - \frac{س}{5}\, م_1^{\frac{2}{3}}$

ریوز (Ryves) کے ضابطہ میں س کی قیمتیں عام طور پر حسبِ ذیل ہوتی ہیں :-

میدانی علاقوں میں ساحل کے قریب .... س = ۴۵۰

اُن اضلاع میں جو ۲۰ سے ۵۰ یا ۱۰۰ میل ساحل سے دور ہوں .... س = ۵۵۰

پہاڑیوں کے قریب محدود رقبوں میں .... س = ۷۰۰

کسی خاص صورت میں جب کہ اعظم سیلاب کا اخراج دریافت کرنا ہو تو یہی بہتر ہوگا کہ بارانی رجسٹروں کی طرف رجوع کیا جائے۔ فرض کرو کہ ۲۴ گھنٹے میں زیادہ سے زیادہ بارش ع انچ ہوئی۔ ۵ مربع میل کے معیاری رقبہ کا محصلہ حجم $\frac{ع}{12} \times (5280)^2 \times 5$ ہوگا۔ اس میں زیادہ سلامتی ہے اگر اس کو پورا کا پورا مقامِ اخراج تک پہنچتا ہوا لے لو، تب معیاری رقبہ سے مکعب فٹ فی ثانیہ میں اخراج ہوگا۔

$$خ_1 = \frac{ع}{12} \times \frac{(5280)^2 \times 5}{60 \times 60 \times 24} = 135\, ع \text{ تقریباً}$$

لیکن خ = س (ہ)^۲/۳ = س۱ (ہ)^۳/۴

∴ س = ۱۳۵ ع / ۵^۲/۳ = ۴۶ ع ......(۶۷)

∴ س۱ = ۱۳۵ ع / ۵^۳/۴ = ۴۰ ع ....(۶۸)

اگر ۲۴ گھنٹے سے کم کے لیے زیادہ سے زیادہ بارش کا اندراج کیا گیا ہو تو اُس سے اخراج کی بڑھی ہوئی شرح حاصل ہوگی ۔ چھوٹے فراہمی مجروں کی صورت میں یہ موزوں ہوگا کہ ۱۲ یا ۶ گھنٹے کے مشاہدات پر حسابات نکالے جائیں۔

مثال (۶۶) ۔ ایک دریا کا فراہمی مجرے دریا کے خاص مقام سے اوپر اوپر ۱۵۰ مربع میل ہو۔ اُس کے قریب کی موسمی رصدگاہ میں بارش کا جو اندراج کیا گیا ہے وہ ۲۴ گھنٹے میں ۱۱ انچ ہے تو دیے ہوئے مقام پر دریا کے اعظم ترین سیلاب کے اخراج کا تخمینہ کرو۔

س = ۴۶ × ۱۱ = ۵۰۶

خ = ۵۰۶ (۱۵۰)^۲/۳ = ۱۴۲۸۵

اگر ڈیکنز (Dickins) کا ضابطہ استعمال کیا گیا ہوتا تو حاصل شدہ اخراج ۱۸۸۴۰ ہوتا۔

یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ یہ امتحانی ضابطے بہت ہی ناقص ہیں اور ان سے حاصل کیے ہوئے نتائج پر کامل اعتماد نہ کرنا چاہیے ۔ اقل ترین اخراجوں کے لیے بارانی مشاہدات بسہولت نہیں استعمال کیے جا سکتے کیونکہ خشک موسم میں دریاؤں کا پانی زیادہ تر تہ کے چشموں سے حاصل ہوتا ہے۔

اس بات کی کوشش کی گئی ہے کہ مجرے کی شکل کی رعایت رکھی جائے۔ برگ (Burge) نے تجویز کیا ہے کہ خ = س م / ل^۲/۳ ۔ جہاں ل سے مراد فراہمی رقبہ کا انتہائی طول میلوں میں ہے اور س قدر ہے جس کی قیمت مدراس کے لیے ۱۳۰۰ لی جا سکتی ہے ۔ کریگ (Craig) کل مجرے کو مثلثوں کے ایک ایسے سلسلہ میں منقسم کرتا ہے کہ جن میں سے ہر ایک کا ایک زاویہ مقامِ اخراج پر واقع ہو اور ایک ضلع مجرے کے گھیرے پر۔ ضلع کے طول کو ۲ ب میل مان کر اور مقامِ اخراج سے اس ضلع کے وسطی نقطہ کو ل میل تصور کرکے وہ مقامِ اخراج پر دریا کی آزاد سیلابی تراش کے رقبہ کے لیے جو مربع

فٹوں میں ہوگا یہ ضابطہ دیتا ہے۔ $ق = ۱۸۴ \sum \left(ب \ لوک \ \frac{ل^{2}}{ب} \right)$ ۔ اس جملے سے اچھے نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ باوجودیکہ یہ اصول کے لحاظ سے غیر صحیح طور پر اخذ کیا گیا ہے۔

مثال (۶۷)۔ چکلی، برار کے قریب ایک پُل کے اوپر کے فراہمی مجرے کو تین مثلثوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے جن کے ابعاد میلوں میں حسبِ ذیل ہیں:۔

ل	ب
۱٫۸۴	۰٫۶۱
۲٫۶۰	۰٫۶۸
۱٫۶۶	۰٫۳۴

جس سے مجرے کا رقبہ ۳٫۵ مربع میل تقریباً ہوگا۔

$$سیلابی \ تراش \ کا \ رقبہ = ۱۸۴ \left\{ ۰٫۶۱ \ لوک \ \frac{۸ (۱٫۸۴)^{2}}{۰٫۶۱} + ۰٫۶۸ \ لوک \ \frac{۸ (۲٫۶۰)^{2}}{۰٫۶۸} + ۰٫۳۴ \ لوک \ \frac{۸ (۱٫۶۶)^{2}}{۰٫۳۴} \right\}$$

$$= ۱۸۴ \left\{ (۰٫۶۱ \times ۱٫۶۵۷) + (۰٫۶۸ \times ۱٫۹۰۰) + (۰٫۳۴ \times ۱٫۸۱۲) \right\} = ۵۳۷ \ مربع \ فٹ$$

حقیقی آڑی تراش پُل پر بلند ترین سیلاب کی صورت میں ۵۵۷ مربع فٹ تھی۔

(۱۰۴)۔ دریا کے خم ـــــ دریا بر آر میدانوں میں جو دریا بہتے ہیں اُن کے خم برابر بڑھتے رہتے ہیں اور شدید ہوتے جاتے ہیں۔ خم کا بیرونی کنارہ کٹ جاتا ہے اور اندرونی طرف اَٹ (Silt) جمع ہو جاتی ہے۔ اس عمل سے دریا کے طول میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اور اُس کا ڈھال فی میل گھٹ جاتا ہے۔ اور اِسی وجہ سے اُس کی رفتار بھی کم ہو جاتی ہے۔ بالآخر کسی دریا کے خم ایک دوسرے کے اس قدر قریب آجاتے ہیں کہ وہ آپس میں کٹ کر مل جاتے ہیں۔

بیرونی کنارے کا کٹاؤ اُس مرکز گریزی قوت کے باعث ہوتا ہے جو پانی کے خم میں سے گزرتے وقت پیدا ہوتی ہے۔ کسی نیم قطری تراش پر سطحی پانی کی اندرونی طرف سے بیرونی طرف بہتا ہے۔ اور تہ کے قریب کا پانی مخالف سمت میں بہ کر اس کی جگہ لیتا ہے اور اس طرح اندرونی کنارہ پر اَٹ جمتی ہے۔

(۱۰۵)۔ دریاؤں کا نظم ـــــ دریا کو بحالت نظم یا قیام

کہا جاتا ہے جب کہ اُس کی شکل میں سال بہ سال بہت ہی کم تغیر ہو۔ چونکہ سال کے مختلف موسموں میں اخراج میں تغیرات رونما ہوتے رہتے ہیں جن کے باعث کٹاؤ اور آٹ کا جمنا وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اس لیے مستقل قیام پذیری کی حالت کا پیدا ہونا بہت دشوار ہے اور ہندوستان کے دریاؤں میں خاص طور پر ایسا ہی ہوتا ہے۔ کیونکہ دریاؤں کی تہیں بالعموم ریتیلی ہوتی ہیں اور دریاؤں میں زبردست طغیانیاں ہوتی رہتی ہیں۔ اس طور پر دریائی تسجیل کے لیے بہت گنجائش رہتی ہے جو کناروں کے تحفظ، طغیانیوں کی روک، اور رکاوٹوں کے دُور کرنے پر مشتمل ہوتی ہے۔ اِس مضمون پر آبپاشی کے کاموں کی متعلقہ کتاب میں بحث کی گئی ہے۔

باب ہشتم کی مثالیں

(۱) اُن خاص حالات کا مختصراً بیان کرو جو ڈلٹائی نہروں کو جیسے کہ گوداوری ہے آبپاشی کے کاموں کے لیے موزوں ثابت کرتے ہیں۔ ایسی صورتوں میں کنوے کی بلندی اور مقام کی تعیین کے لیے کیا شرائط ضروری ہیں۔

(۲) کسی دریا کے فراہمی مجرے سے تم کیا سمجھتے ہو؟ آسے کیسے دریافت کیا جاتا ہے؟ اختصار کے ساتھ کسی دریا کی طغیانی کا اخراج معلوم کرنے کے دو آزاد طریقے تحریر کرو (کلیہ ۱۸۸۳ء)۔

(۳) جس طریقہ پر ڈلٹا بنتا چلا جاتا ہے اُس کی وضاحت کرو اور کسی دریا کی دو بڑی شاخوں اور متعدد درمیانی چھوٹی شاخوں سے بننے والے ایک ڈلٹا کی خیالی تراش ساحلی خط کے متوازی بناؤ۔

اس سے ثابت کرو کہ کسی ڈلٹا میں کے قدرتی نالے مصنوعی نہروں کے مقابلے میں آبپاشی کے کاموں کے لیے زیادہ موزوں ہیں (جامعہ ۱۸۸۴ء)۔

(۴) کسی پُل کے لیے آبی راہ کیسے دریافت کروگے۔

پلیٹ ۱۴

(ا) جب کہ ندی خشک ہو۔

(ب) جب کہ ندی طغیانی کی حالت میں ہو اور ۱۰۰ گز سے زیادہ چوڑی ہو (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

(۵) اگر کسی دریا کا ماقوائی اوسط عمق ۶۲ء۶ فٹ ہو، ڈھال فی میل ۶۰۳۶ فٹ تو دریا کی اوسط رفتار کتنے میل فی گھنٹہ ہوگی (جامعہ ۱۸۷۶ء)
جواب ۲ء۵ میل فی گھنٹہ۔

(۶) دریا کے بہاؤ کی رفتار بحالت سیلاب مشاہدات کے ذریعہ سے کس طرح معلوم کی جاسکتی ہے اور تقریبی طور پر طغیانی کے موقوف ہوجانے کے بعد کے حاصل شدہ معطیات سے اسے کس طرح حل کیا جاسکتا ہے (جامعہ ۱۸۷۵ء)

(۷) ایک دریا ۲۰۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ہے اور جس کے کنارے تمام عملی ضروریات کے لیے انتصابی ہیں اور جس کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے بتاؤ کہ کنتوے کی بلندی کس قدر ہونی چاہیے کہ پانی ۳ فٹ اونچا ہو جائے (جامعہ ۱۸۸۰ء) جواب ۱ء۷ فٹ۔

(۸) ایک نالے میں جس کی چوڑائی تہ پر ۲۰ فٹ ہے، طرفی سلامیاں $1\frac{1}{2}:1$ ہیں سطحی ترنڈے سے جو وسط دھار میں دو ایسے نقاط کے مابین گذرتا ہے جن کا درمیانی فصل ۱۰۰ فٹ ہے چار مشاہدات کیے جاتے ہیں جب کہ پانی ۳ فٹ گہرا بہ رہا ہو۔ جن اوقات کا مشاہدہ کیا گیا وہ ۴۶، ۴۹، ۵۰ اور ۴۸ ثانیے تھے تو اخراج کتنے مکعب فٹ فی ثانیہ تھا۔ جواب ۱۱۰ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۹) اگر تمہیں اس کام پر لگایا جائے کہ یہ دریافت کرو کہ کوئی ندی سے اکتوبر اور نومبر کے مہینوں میں کتنا پانی سمندر میں داخل ہوتا ہے تو بہترین نتائج کے حصول کے لیے تم کیا طریق کار اختیار کروگے۔ اُن تمام عملی طریقوں کو وضاحت کے ساتھ بیان کرو جن پر تم کاربند ہوگے اور کونسے حسابی عمل کروگے؟ (جامعہ ۱۸۸۰ء)۔

(۱۰) شکل ۱۸۲ میں دی ہوئی تراش والی ندی کے تقریبی سیلاب کا اخراج معلوم کرو جب کہ وسطی سطحی رفتار مشاہدہ سے ۴ء۲ فٹ فی ثانیہ برآمد ہو۔

پلیٹ ۱۳

جواب ۔ ۱۶۰۰ مکعب فٹ ثانیہ ۔

(۱۱) دریاؤں کے اخراج معلوم کرنے کے جن طریقوں سے تم واقف ہو اُنھیں درج کرو۔

مدراس کے اوپر کوم کا ین بہاؤ رقبہ ۲۶۵ مربع میل ہے ۔ دریا کی بالائی سمت پر کچھ فاصلے پر کورا تور کتوا ہے اس سے اوپر کا ین بہاؤ رقبہ ۲۰۰ مربع میل ہے اور اعظم اخراج جو اس کتوے کے ارتفاعِ آب سے محسوب کیا گیا ہے اعظم سیلاب میں ۱۰۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے ۔ مدراس پر اعظم سیلاب کا اخراج معلوم کرو ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) جواب ۱۲۷۹۰ مکعب فٹ ثانیہ

متفرق مثالیں

(۱) ایک نہر ۵۹۵۸۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتی ہے اور آب کارگزاری ۶۰ ایکڑ فی مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ ڈھال ۱/۲۰۰۰، پانی کی گہرائی ۵ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں تو تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیے۔ ضابطہ کٹر (Kutter) میں قدر س = ۰۲۷. اِس نہر میں تہ کی سطح میں ۶ فٹ کا ایک اُتار ہے۔ وہ بلندی دریافت کرو جس تک اُتار کو بالائی گذر کی تہ کے لیول سے اوپر تعمیر کرنا چاہیے تاکہ پانی زیرین گذر میں نالے کی طبعی رفتار کے ساتھ پہنچے۔ آتار کا طول تہ کی چوڑائی کے مساوی ہے۔ س = ۰۲۵. (جامعہ ۱۹۰۰ء)۔

(۲) ایک نالا ۳۰۰۰ ملین مکعب فٹ کی گنجایش کے ایک تالاب میں پانی ڈالتا ہے نالے کا ڈھال ۱½ فٹ فی میل ہے۔ اور عمق آب جس کو تمام نالے میں چلا سکتے ہیں ۷ فٹ ہے۔ تالاب کو ۱۲ دن میں بھرنا ہے نہر کے لیے آڑی تراش دریافت کرو۔ (جامعہ ۱۸۹۹ء)

(۳) تالابوں کے ایک نظام میں چار تالاب ا، ب، ج، د ہیں۔ تالاب ا کا پن بہاؤ رقبہ ۵ مربع میل ہے اور اس کا اخراج دو چادروں سے ہوتا ہے جن میں سے ایک ۷۵ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ب میں، اور دوسری ۳۰ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ج میں۔ تالاب ب کا پن بہاؤ رقبہ ۴ مربع میل ہے اور تالاب ج کا ۶ مربع میل ہے اور اِن دونوں کا زاید پانی تالاب د میں داخل ہوتا ہے جس کا پن بہاؤ رقبہ ۸ مربع میل ہے تو ہر تالاب سے ڈیوز[1] کے ضابطہ کی رُو سے طغیانی کا اعظم ترین اخراج کتنا ہوگا جب کہ قدریں ۴۵۰ اور ۹۰ ہوں (کلیہ ۱۸۹۸ء)۔

---

[1] Ryves'formula

(۴) ذیل کی صورت میں سیلاب کا اخراج معلوم کرو:- ایک پُل ۱۵ کمانوں کا ہے جن میں سے ہر ایک کا خانہ ۴۰ فٹ ہے کمان کا مُچکا ۵ فٹ، پائے ۵ فٹ موٹے، اس کو ایک بند سے ملحق تعمیر کیا گیا ہے جس کی چوٹی تہ سے ۹ فٹ بلند ہے۔ سیلاب میں چوٹی پر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ، اُبھار ۴ فٹ، رفتارِ آمد ۸ فٹ، کمانوں کا خطِ جست بند کی چوٹی پر ۷ فٹ بلند ہے۔ جن قدروں کو تم استعمال کروگے اُن کے استعمال کے وجوہ بیان کرو (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۵) ۱۵۰۰۰ ایکر کی آبپاشی کے لیے ایک نہر کھدوانی ہے۔ اور آب کارگزاری ۲ مکعب گز فی ایکر فی گھنٹہ مقرر کردی گئی ہے۔ نہر ایک کتوے کے اوپر سے نکالی گئی ہے جس کی چوٹی ۲۵۰٫۰۰+ پر واقع ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ اس صدر توم پر جہاں کل اخراج درکار ہے پانی کی سطح سامنے کی طرف ۲۴۴٫۰۰+ اور صدر توم کی سِل ۱۸۶٫۰۰+ پانی کی سطح صدر توم کے پیچھے کی طرف ۲۴۳٫۰۰+ برآمد ہوتی ہے۔ ۴ فٹ بلند موگھے کا طول معلوم کرنا مطلوب ہے جب کہ س = $\frac{۵}{۸}$ اور نہر کی تراش ڈھال کو $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ (س = ۶۰) مان کر دریافت کرو (کلیہ ۱۸۹۸ء)۔

(۶) پیریار جھیل کا پن بہاؤ رقبہ ۳۵۰ مربع میل ہے۔ پن بہاؤ رقبہ میں ایک مقام پر ۱۲ گھنٹے میں ۱۲ انچ کی اعظم ترین بارش کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔ سیلاب کا اخراج معلوم کرو۔ یہ مان کر کہ ۱۰ مربع میل کے معیاری رقبہ پر کی بارش نکاس چادر تک پہنچتی ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۷) ایک نہر کو کھودنا مقصود ہے جس پر آبپاشی کا رقبہ ۱۵۰۰۰ ایکر ہے، شرحِ آبپاشی ۲ مکعب گز فی ایکر فی گھنٹہ ہے رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ مان کر کہ اُتار موجودہ پہلے گذر میں $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ ہے، اور دوسرے گذر میں $\frac{۱}{۴۰۰۰}$، تہ کی چوڑائی معلوم کرو۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں۔ کٹر (Kutter) کے ضابطہ میں ن = ۰٫۰۲۵ (کلیہ ۱۸۹۷ء)۔

(۸) ایک توم ۵۰۰۰ ایکر کی آبپاشی کرتا ہے تو حسبِ ذیل معطیات سے آب کارگزاری دریافت کرو:- سِل ۱۰۰٫۰۰+، دہانہ کی چوٹی ۱۱۳٫۰۰+، پانی کی

سطح سامنے کی طرف ۰۰ء۱۵+، پانی کی سطح پیچھے کی طرف ۰۰ء۱۳+، دہانے کی
چوڑائی ۲½ فٹ اور س = ۵/۸ (کلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۹) کسی شہر کی آبرسانی ایک خزانۂ آب کے ذریعہ ہوتی ہے
جس میں پانی نل کے درآمد سرے کے مرکز پر ۲۰ فٹ بلند ہے۔ پانی کا صدر نل
۲ میل لمبا ہے، ۱۸ انچ اس کا قطر ہے اور ۵۰ فٹ فی میل کے ڈھال پر
بچھایا گیا ہے۔ اگر فی کس ۶۰ گیلن یومیہ کا حساب رکھا جائے اور اس کی
½ مقدار کو ۸ گھنٹے میں پہنچانا ہو تو کتنی آبادی کو پانی پہنچایا جا سکتا ہے۔
پانی کو صدر نل کے اختتام پر ۵۰ فٹ اونچائی تک پہنچانا ہے، (س = ۷۸)
(کلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۱۰) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۷ مربع میل ہے۔ اور اعظم سیلاب
کے اخراج کو چادر کی چوٹی پر سے اور نکاس کے موکھوں میں سے گذارنا ہے۔
موکھے ۲ فٹ گہرے ہیں۔ اور ان کی نچلی سلیں چوٹی کے لیول سے ۲ فٹ
پست ہیں۔ ضابطہ خ = ۴۵۰ م$^{3/4}$ کے ذریعہ معلوم کرو کہ پن بہاؤ رقبہ کے
سیلاب کا اخراج کیا ہوگا اور نکاس کا طول کس قدر ہونا چاہیے۔ ان
مفروضوں پر کہ (۱) اعظم سیلاب کے اخراج کے ربع حصہ کو موکھوں میں سے
گذرنا ہو جب کہ پانی پ، ت، ل تک پہنچ جائے۔ (۲) اعظم ترین پانی کی
سطح پ، ت، ل سے ۲ فٹ بلند ہو۔ کٹھنہ اور منفذ والے ضابطوں میں
قدر کی قیمت ۵/۸ استعمال کی جائے اور یہ مان لیا جائے کہ عقبی پانی کا لیول
موکھوں کی سل سے پست رہتا ہے۔ (کلیہ سنہ ۱۸۹۳ء)۔

(۱۱) کسی صدر آبپاشی اور کشتی رانی کی نہر کے ایک مقام پر ایک پن تالا
ہے اور ایک پختہ آبشار ہے۔ نہر ۸۴۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتی ہے اور اس کی
تہ کی چوڑائی ۱۰۰ فٹ۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ اور تہ کا ڈھال ۱۰۰۰۰ میں ۱ ہے
تو دریافت کرو کہ (۱) نہر میں پانی کا مطلوبہ عمق کیا ہوگا (۲) اتار کی چوٹی کا
لیول نہر کی تہ کی سطح کے لحاظ سے کیا ہوگا تاکہ پانی کا عمق وہی قائم رکھا جا سکے۔
(۳) پن تالا توموں کے موکھوں کا ضروری رقبہ کیا ہوگا تاکہ کوئی کشتی

پن تالوں کے خالی رہنے کی صورت میں ۱۵ دقیقوں سے زیادہ نہ روکی جا سکے۔ جن میں سے ۵ دقیقے دروازوں کو کھولنے اور بند کرنے اور کشتی کو پن تالے میں سے گذارنے میں صرف ہوتے ہیں اور ۴ دقیقے بھرنے میں اور ۶ دقیقے تالے کو خالی کرنے میں صرف ہوتے ہیں۔

معطیات حسبِ ذیل ہیں :—

(ا) آب کارگزاری ۷۰ ایکر فی کعب ثانیہ۔

(ب) صدر نہر میں رفتار = ۸۰.$\sqrt{\text{ن ڈ}}$

(ج) آبشار کا طول ۵۷ فٹ

(د) آبشار اور توموں کے لیے قدر $\frac{۵}{۶}$

(ہ) پن تالے کے ابعاد ۱۵۰ فٹ × ۲۰ فٹ

(و) تالے کی اٹھان ۹ فٹ

(ز) "پن تالا توموں" کے مرکز بالائی اور زیرین گذر کے پانی کے لیول سے ۴ فٹ نیچے واقع ہیں (کلیہ سنہ ۱۸۹۳ء)۔

(۱۲) ایک بڑا بلند لیول کا حوض ۲۰۰ فٹ لمبے اور ایک انچ قطر کے ایک ایسے نل سے جو حوض کے پیندے میں انتصاباً نیچے لگا ہوا ہے خالی کیا جا سکتا ہے۔ نل سے الگ ہونے پر پانی مزید ۶ فٹ گر کر ایک ندی میں پہنچتا ہے۔ اگر حوض میں پانی ۵ فٹ ہو تو نل کھولنے پر کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا اور پانی کی دھار ندی میں کس رفتار سے داخل ہوگی۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۳) ایک آب گذر مستطیلی تراش کا اینٹوں سے بنا ہے۔ یہ ۲۰ فٹ چوڑا ہے۔ اس کا ڈھال ۲ فٹ فی ہزار ہے۔ تو جب پانی ۴ فٹ گہرا بہ رہا ہو تو اس وقت رفتار معلوم کرو۔ بیزن کے ضابطہ میں ع = ۰۰۰۴, ب = ۲۰ اینٹ کے کام کے لیے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۴) ایک نہر ۵۲۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کی کامل رسد ۴ فٹ کے عمق پر لے جانے کے لیے تجویز کی گئی ہے۔ پوری رسدی رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ مناسب تصور کی گئی ہے۔ اور زمین کے لحاظ سے طرفی سلامیاں

۱:۱ ارکھی جاسکتی ہیں۔ نہر کی ایک تراش بناؤ جس پر ابعاد درج ہوں اور ڈھال فی میل کا حل کرو۔ رفتاری قدریں جدول ذیل سے منتخب کی جاسکتی ہیں :-

م، ا، ع	۲٫۵	۳٫۰	۳٫۵	۴٫۰	۴٫۵
س	۶۴	۷۰	۷۳	۷۶	۷۸

(جامعہ سنہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۵) ایک دریا سے ۱۶۰۰۰ ایکڑ میں پانی لے کر چاول کی کاشت کرنی ہے اس رقبہ میں ۳۰ دن کے وقفہ سے "اوسط" ۱۰ دن تک پانی کی تبدیلی ہوتی رہتی ہے کس قدر پانی کے جمع کرنے کا انتظام رکھنا چاہیے۔ اور رسدی نہر کا اخراج کیا ہونا چاہیے جب کہ طبعی رسد ۲ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ رکھی جائے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۶) ایک پن تالا گھر ۱۵۰ فٹ لمبا ہے اور دیواروں کی سلامی کی رعایت رکھ کر اس کی اوسط چوڑائی ½ ۱۲ فٹ ہے اور اُس کے متعلقہ لیول حسبِ ذیل ہیں :-

تالے کا فرش .... ۶٫۸۸

نچلے دروازوں کی (کامل رسدی سطح) ک' ر' س .... ۱۲٫۸۸

بالائی سل (بالائی گذر کی تہ) .... ۹٫۷۲

بالائی دروازوں کی پ' ر' ل .... ۱۵٫۷۲

پن تالا دو سُرنگوں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک تالے کے ایک ایک بازو کی دیوار میں سے بھرا جاتا ہے۔ مخرج پر ہر سُرنگ کی تراش ۳ مربع فٹ ہے اور موگھے کی سل بالائی گذر نہر کی تہ کے لیول پر ہے، اس کے بعد سرنگ زاویۂ قائمہ پر مڑ جاتی ہے۔ اسطور پر کہ تالے کے محور کے متوازی ہو جاتی ہے۔ یہاں تالے کے فرش پر ایک فوری اتار دیدیا ہے۔ سُرنگ کی چھت اپنے ابتدائی لیول پر رکھی گئی ہے۔ سُرنگ کا گہرا حصّہ تالا گھر سے ۲ کماندار سوراخوں کے ذریعہ ملا دیا گیا ہے۔ یہ سوراخ ۳ فٹ چوڑائی میں

ہیں او ۳ ۱/۲ اونچے ہیں ان کی سلیں فرش کے لیول پر ہیں۔ تومی کواڑ اُتار کے اوپر رکھا گیا ہے اور دست پٹی و پھرکی کے ذریعہ چلایا جاتا ہے تاکہ ۳ فٹ × ۳ فٹ کا سوراخ چند ثانیوں میں کھل سکے۔ کواڑوں کے بتدریج کھلنے سے جو وقت ضائع ہوتا ہے اسے اگر نظر انداز کر دیا جائے تو بتاؤ کہ جب نہر پوری رسد لیے ہوئے چل رہی ہوگی تو تالا کتنی مدت میں بھر جائیگا۔ دونوں کواڑ بیک وقت کھولے جاتے ہیں (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔

(۱۷) ایک توم میں ۱۶ فٹ لمبے ۹ فٹ گہرے تین دہانے ہیں جو ایک نالی کے انتہائی سرے پر بنے ہوئے ہیں اور جن میں پانی کی رفتار ۱ ۱/۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اخراج ۱۲۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ندی میں ہوتا ہے تو رگڑ کے لیے ۴ فی صدی رکھ کر بتاؤ کہ توم پر کا ارتفاع کتنا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۸) ایک خزانہ میں جس کا خطِ ارتفاع تحویلی لیول یا R. L ت۔ل) ۲۰۰۰ پر ۵۵ ایکڑ اور ت۔ل ۱۷۰۰ پر ۳۲ ایکڑ ہے ایک توم ہے جس میں ایک دہانہ ایک مربع فٹ کا ت۔ل ۱۰۰۰ پر واقع ہے اور اس سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہے۔ یہ تصور کرکے کہ رقبہ گہرائی کے ساتھ ہموارانہ گھٹتا ہے وہ وقت معلوم کرو جو کہ وہ ت۔ل ۱۷۰۰ تک ہر فٹ کے گرنے میں لیگا۔ توم کے لیے قدر = ۶۲ ر (کلیہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۹) ایک خزانۂ آب سے ایک شہر کو جس کی آبادی ۵۰۰۰۰ ہے ۱۵ گیلن فی کس فی یوم کے حساب سے آبرسانی کرنی ہے فرش کا لیول ۱۰۰+ ہے اور پانی کا عمق ۱۲ فٹ ہے۔ شہر کے دو حصے ہیں اور رسد کو ۱:۴ کی نسبت میں تقسیم کرنا ہے اور یہ تقسیم خزانۂ آب سے ۱/۴ میل کی دُوری پر ہوتی ہے۔ شہر کا چھوٹا حصہ خزانۂ آب سے ۲ ۱/۲ میل کی دُوری پر ہے اور بڑا حصہ ۱ ۱/۲ میل کی دُوری پر ہے۔ صدر نل اور زیر صدر نلوں کے قطر کیا ہونے چاہییں؟ شہر میں دباؤ فی مربع انچ کیا ہوگا جب کہ شہر کے دونوں حصوں میں نلوں کا لیول ۱۲+ ہو؟ نلوں کو اس قابل ہونا چاہیے کہ وہ ۸ گھنٹے میں رسد کا نصف حصہ خارج کر سکیں۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۰) پلنداو دا ۱۶ ہے نہر اپنے دسویں میل پر ایک ندی کو قطع کرتی ہے۔ اس ندی میں پانچ مربع میل کا پانی آتا ہے ۔ تجویز یہ ہے کہ پن بہاؤ میں در آمد اور بر آمد کے ذریعہ سے اور ایک معکوس سیفن کے ذریعہ سے اسی دہانہ نالے میں پانی کو خارج کیا جائے ۔ سیفن میں سے ۱۲ انچ ۲۴ گھنٹے کی بارش کا ۲ انچ حصہ گذرے اور باقی کے ۱۰ انچ بر آمد سے خارج ہوں۔ سیلاب میں در آمد اور بر آمد کی چوٹی پر ۳ فٹ پانی کا عمق ہوتا ہے ۔ بر آمد کا عقبی فرش نالے کی تہ کے لیول پر ہے اور پنسال ۳ فٹ پڑھی جاتی ہے۔ نالے کی تہ پر چوٹیاں ۳ فٹ بلند ہیں اور رفتار داخلہ ۴ فٹ فی ثانیہ ہے تو سیفن کی جسامت اور بر آمد کا طول کیا ہونا چاہیے ۔ (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۱) ایک مبدا توم اور نہر چا[illegible] ہزار ایکڑ میں چاول کی کاشت کی آب پاشی کے لیے تعمیر کرنے ہیں ۲ گز [illegible] ایکڑ فی گھنٹہ کے حساب سے توم کے سامنے والے فرش پر پانی کی گہرائی [illegible] فٹ ۹ انچ سے ۱۰ فٹ تک بدلتی رہتی ہے ۔ اور عقبی فرش پر جس [illegible] سے کہ نہر ½ ۱ فٹ فی میل کے ڈھال سے شروع ہوتی ہے عمق ۳ فٹ کے قریب قریب مستقل رہنا چاہیے (عقبی فرش اور سامنے کا فرش دونوں ایک لیول پر ہیں) تو بتاؤ کہ اس کے لیے کیا طریقۂ کار اختیار کیا جائے ۔ صدر توم کے موکھوں کی تم کیا جسامت تجویز کروگے (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۲) ایک تالاب کے ۲۰ مربع میل رقبہ کے فراہمی مجرے پر بارش ایک گھنٹہ میں نصف انچ ہوئی۔ کچھ عرصہ بعد ۱۰۰ فٹ طویل نکاس چادر پر سے بہنے والی گہرائی مستقلاً ۵ فٹ دریافت ہوئی ۔ جب کہ عقبی پانی چادر کے اوج سے ایک فٹ بلند ہو تو اخراج اور تالاب میں داخل ہونے والی بارش کی فی صد مقدار معلوم کرو۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۳) ریل کے ایک کٹے پر ۴۰ فٹ کے خانہ کا ایک گرڈر کا پُل ہے جس کے پاکھے دار بازو ہیں اور جو ایک تالاب کو دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے ۔ جب تالاب بھر رہا ہوتا ہے تو پانی پُل کی بالائی طرف ۶ فٹ گہرا

اور زیریں طرف ۵ فٹ گہرا ہوتا ہے، تو پُل میں سے پانی کی کتنی مقدار گذر رہی ہے۔ تہ کی تقریبی رفتار بتاؤ اور بتاؤ کہ کیا پختہ فرش کی ضرورت ہوگی۔ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۴) کسی انتصابی اطراف والے آب انبارہ کو پانی سے بھرنے کے لیے کتنا وقت درکار ہے جس کا رقبہ اندر کی طرف ۱۰۰ فٹ مربع ہے اور یہ ایک ذخیری خزانہ سے ۱۲۵۴۴ فٹ لمبے اور ایک فٹ قطر کے ایک نل سے بھرا جاتا ہے۔

نل کے داخلہ کا مرکز .... پانی کی سطح سے ۱۰ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں نل کے خارجہ کا مرکز ..... پانی کی سطح سے ۱۹۶ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ کی تہ .... پانی کی سطح سے ۱۹۹ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں پورے پانی کی سطح ..... پانی کی سطح سے ۱۶۹ فٹ نیچے ہے۔
(جامعہ ۱۸۹۳ء)۔

(۲۵) اُس نہر کا ڈھال کتنے فٹ فی میل ہوگا جس کا اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔ تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ، عمق ۳ فٹ اور طرفی سلامی ۲:۱ ہوں۔

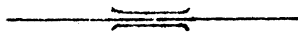
مذکورۂ بالا نہر ایک مبداء توم سے پانی حاصل کرتی ہے جس میں چار موکھے ہیں۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور ۲½ فٹ بلند ہے اور ہر ایک کی رِسل نہر کی تہ کے ہمسطح ہے۔ نہر کی تہ کے اوپر کتوے کی چوٹی کی کیا بلندی ہونی چاہیے کہ پانی کتوے پر سے اُس وقت تک گزرتا رہے جب تک اخراج ۳۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ نہ ہوجائے۔ (کلیہ ۱۹۰۸ء)۔

(۲۶) کسی پُل کے پائے زیادہ سے زیادہ بالا وسط کس قدر چوڑے رکھے جاسکتے ہیں جب کہ وہ ۲۰۰ فٹ عریض انتصابی کناروں والی ندی پر تعمیر ہو۔ ندی کا ڈھال ۳½ فٹ فی میل ہے تاکہ ۱۰ فٹ گہری طغیانی کی رفتار ۶ فٹ فی میل سے نہ بڑھ سکے۔ پایوں کی بالائی سمت پر پانی کا ارتفاع کیا ہوجائیگا اگر پایوں کو اتنا ہی چوڑا بنایا جائے جو ان کی اعظم اوسط چوڑائی نکلے۔

(جامعہ ۱۹۳۸ء)۔

(۲۷) ایک بڑے تقسیم آب کے خزانہ سے جو ایک ایسے نالے سے بھرا جاتا ہے جس کی چنائی گنڈ سے کی گئی ہے اور جس کی چوڑائی ۶ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہے۔ بازو انتصابی اور ڈھال ۹ فٹ فی میل ہے۔ تجویز یہ ہے کہ خزانہ سے نصف میل کی دوری پر، ایک شہر کو پانی بہم پہنچایا جائے اور پانی خزانہ کے بازو سے ایک مدوّر نل کے ذریعہ، جس کا مرکز خزانہ میں پانی کی سطح سے ۳۰ فٹ نیچے ہو حاصل کیا جائے۔ نل کا ارتفاع شہر سے ۵۰ فٹ اوپر ہے تو نل کا قطر کتنا ہونا چاہیے کہ اس سے اتنا ہی پانی کا اخراج حاصل ہو جتنا کہ نہر کے ذریعہ حاصل ہوتا ہے کیونکہ یہی پانی کی وہ مقدار ہے جس کی باشندگانِ شہر کو ضرورت ہے۔ (جامعہ ۱۹۳۸ء)۔

(۲۸) پانی کی سطح پر ایک ندی ۳۰۰ فٹ عریض ہے۔ اس کی آڑی تراش کا رقبہ ۱۴۷۴ مربع فٹ، تر شدہ گھیر کا طول ۳۳۵ فٹ اور ڈھال ۱۶ انچ فی میل ہے۔ یہ تصور کرکے کہ پانی کی ابتدائی سطح پر کنارے انتصاباً واقع ہیں۔ بتاؤ کہ ایک کنوا کس بلندی تک تعمیر کرنا چاہیے کہ پانی کی سطح ۳ فٹ بلند ہو جائے۔ (جامعہ ۱۹۳۷ء)۔

(۲۹) ایک نئی نہر تہ پر ۲۰ فٹ چوڑی ہے اور اس کی طرفی سلامیاں ۲:۱ ہیں۔ ۴ فٹ پانی پر سطحی رفتار کی قیمت ۱۱۰ فٹ فی دقیقہ دریافت ہوئی تو بتاؤ کہ اس پل کے خانے کو کم از کم کتنا ہونا چاہیے کہ جو ۵ فٹ گہری اور ۲۰۰ فٹ فی دقیقہ سطحی رفتار رکھنے والی طغیانی کو گذار دے۔ اِس پل کے باعث کس قدر ارتفاع صورت پذیر ہوگا۔ (جامعہ ۱۹۳۲ء)۔

ضمیمہ (۱) مٹی کے کام کی نہروں کے لیے بیزن (Bazin) کی قدریں۔

ضمیمہ (۲) نلوں، نہروں اور دریاؤں کے لیے کٹّر (Kutter) کی قدریں۔

ضمیمہ (۳) ماڈ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س مان ڈ میں استعمال ہوتی ہوں۔

ضمیمہ (۱)

بیزن کی قدریں جو مٹی کے کام کی نہروں کے لیے موزوں ہیں

جملہ ر = س √م ان میں س کی قیمتوں کی جدول

جہاں س = √۲ج ÷ √٫۰۰۵۹۴ (۱ + ۴٫۱۰/ن)

ن	س	ن	س	ن	س	ن	س
٫۱	۱۶	۱٫۷۵	۵۶	۳٫۴	۷۰	۵٫۱	۷۷
٫۲	۲۲	۱٫۸	۵۷	۳٫۵	۷۱	۵٫۲	۷۸
٫۲۵	۲۵	۱٫۹	۵۹	۳٫۶	۷۱	۵٫۲۵	۷۸
٫۳	۲۷	۲٫۰	۶۰	۳٫۷	۷۲	۵٫۳	۷۸
٫۴	۳۱	۲٫۱	۶۱	۳٫۷۵	۷۲	۵٫۴	۷۸
٫۵	۳۴	۲٫۲	۶۱	۳٫۸	۷۲	۵٫۵	۷۹
٫۶	۳۷	۲٫۳	۶۲	۳٫۹	۷۳	۵٫۶	۷۹
٫۷	۴۰	۲٫۳	۶۲	۴٫۰	۷۳	۵٫۷	۷۹
٫۷۵	۴۱	۲٫۴	۶۳	۴٫۱	۷۴	۵٫۸	۸۰
٫۸	۴۲	۲٫۵	۶۴	۴٫۲	۷۴	۵٫۹	۸۰
٫۹	۴۴	۲٫۶	۶۵	۴٫۲۵	۷۴	۶٫۰	۸۰
۱٫۰	۴۶	۲٫۷	۶۶	۴٫۳	۷۴	۶٫۵	۸۱
۱٫۱	۴۸	۲٫۷۵	۶۶	۴٫۴	۷۵	۷٫۰	۸۳
۱٫۲	۴۹	۲٫۸	۶۶	۴٫۵	۷۵	۷٫۵	۸۴
۱٫۲۵	۵۰	۲٫۹	۶۷	۴٫۶	۷۶	۸٫۰	۸۵
۱٫۳	۵۱	۳٫۰	۶۸	۴٫۷	۷۶	۸٫۵	۸۵
۱٫۴	۵۲	۳٫۱	۶۸	۴٫۷۵	۷۶	۹٫۰	۸۶
۱٫۵	۵۴	۳٫۲	۶۹	۴٫۸	۷۶	۱۰٫۰	۸۸
۱٫۶	۵۵	۳٫۲۵	۶۹	۴٫۹	۷۷		
۱٫۷	۵۶	۳٫۳	۶۹	۵٫۰	۷۷		

ضمیمہ (۲)

کٹر کی قدریں جو نلوں، نہروں اور ندیوں کے لیے موزوں ہیں

جملہ[۱] ر = س $\sqrt{\text{م ڈ}}$ میں س کی قیمتوں کی جدول

$$\text{جہاں س} = \frac{\text{۴۱٫۶۶} + \frac{\text{۱٫۸۱۱}}{\text{ن}} + \frac{\text{۰٫۰۰۲۸۱}}{\text{ڈ}}}{\text{۱} + \left(\text{۴۱٫۶۶} + \frac{\text{۰٫۰۰۲۸۱}}{\text{ڈ}}\right)\frac{\text{ن}}{\sqrt{\text{م}}}}$$

جہاں ن سے مراد م، ۴، ع - ڈ سے مراد طولی ڈھال، اور ن سے مراد ناہمواری کی شرح ہے۔

	ن
خوب رندہ کی ہوئی لکڑی کے نالے	۰٫۰۰۹
خالص سیمنٹ کے نالے، چکنے نل، اور بہت ہی صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل	۰٫۰۱۰
نالے استرکاری کے، صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل	۰٫۰۱۱
نالے بغیر رندی ہوئی لکڑی کے، معمولی لوہے کے نل	۰٫۰۱۲
نالے تراشے پتھر یا اینٹ کے کام کے	۰٫۰۱۳
گنڈ کی بندش کے نالے	۰٫۰۱۷
نہریں جو سخت بجریلی زمین سے گزرتی ہوں	۰٫۰۲۰
نہریں اور ندیاں جو تقریباً اچھی حالت میں ہوں اور پتھروں اور سوار سے مبرا ہوں	۰٫۰۲۵
نہریں اور دریا جن میں کہیں کہیں پتھر اور سوار موجود ہوں	۰٫۰۳۰
نہریں اور دریا جن کی حالت خراب ہو اور جن میں سوار (Weeds) اور پتھر موجود ہوں	۰٫۰۳۵

[۱] ٹراٹ وائین (Trautwine) کی سول انجنیری کی پاکٹ بک سے لیے گئے ہیں۔

دہانہ د = ۲۵٫۰۰۰ طول کی کوئی ڈھال = ۰٫۰۰۰۴ = ۲٫۱۱۲ فٹ فی میل

م، ا، ع / ن	قدریں ن کھردرے پن کی ٫۰۰۹	٫۰۱۰	٫۰۱۱	٫۰۱۲	٫۰۱۳	٫۰۱۵	٫۰۱۷	٫۰۲۰	٫۰۲۵	٫۰۳۰	٫۰۳۵	٫۰۴۰	م، ا، ع / ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
٫۱	۶۵	۵۶	۵۰	۴۴	۴۰	۳۳	۲۸	۲۳	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	٫۱
٫۲	۸۷	۷۵	۶۷	۵۹	۵۳	۴۵	۳۸	۳۱	۲۴	۱۹	۱۶	۱۴	٫۲
٫۴	۱۱۱	۹۷	۸۷	۷۸	۷۰	۵۹	۵۱	۴۲	۳۲	۲۶	۲۲	۱۹	٫۴
٫۶	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۹	۶۰	۴۹	۳۸	۳۱	۲۶	۲۲	٫۶
٫۸	۱۸۸	۱۲۲	۱۰۹	۹۹	۹۰	۷۷	۶۶	۵۵	۴۳	۳۵	۳۰	۲۵	٫۸
۱	۱۴۸	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۶	۹۷	۸۸	۷۲	۶۰	۴۷	۳۸	۳۲	۲۸	۱
۱٫۵	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۱	۹۵	۸۳	۶۹	۵۵	۴۵	۳۸	۳۴	۱٫۵
۲	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۴	۱۳۱	۱۲۱	۱۰۴	۹۱	۷۷	۶۱	۵۰	۴۳	۳۷	۲
۳	۱۹۷	۱۷۷	۱۶۰	۱۴۷	۱۳۵	۱۱۷	۱۰۳	۸۸	۷۰	۵۹	۵۰	۴۴	۳
۴	۲۰۹	۱۸۸	۱۷۲	۱۵۸	۱۴۶	۱۲۷	۱۱۳	۹۶	۷۸	۶۵	۵۶	۴۹	۴
۶	۲۲۶	۲۰۶	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۱	۱۴۲	۱۲۶	۱۰۸	۸۸	۷۴	۶۴	۵۷	۶
۸	۲۸۸	۲۱۶	۱۹۹	۱۸۴	۱۷۱	۱۵۱	۱۳۵	۱۱۷	۹۶	۸۲	۷۱	۶۳	۸
۱۰	۲۴۶	۲۲۵	۲۰۷	۱۹۲	۱۷۹	۱۵۹	۱۴۲	۱۲۴	۱۰۲	۸۷	۷۶	۶۸	۱۰
۱۲	۲۵۳	۲۳۱	۲۱۴	۱۹۸	۱۸۶	۱۶۵	۱۴۹	۱۲۹	۱۰۷	۹۲	۸۱	۷۲	۱۲
۱۶	۲۶۴	۲۴۲	۲۲۴	۲۰۸	۱۹۵	۱۷۴	۱۵۷	۱۳۸	۱۱۵	۱۰۰	۸۸	۷۹	۱۶
۲۰	۲۷۱	۲۴۹	۲۳۱	۲۱۵	۲۰۲	۱۸۱	۱۶۴	۱۴۴	۱۲۱	۱۰۶	۹۴	۸۴	۲۰
۳۰	۲۸۴	۲۶۱	۲۴۳	۲۲۸	۲۱۵	۱۹۳	۱۷۶	۱۵۷	۱۳۳	۱۱۷	۱۰۴	۹۵	۳۰
۵۰	۲۹۷	۲۷۴	۲۵۷	۲۴۱	۲۲۸	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۰	۱۴۷	۱۳۰	۱۱۷	۱۰۷	۵۰

قدریں نَ کھردرے پن کی

مَ/ع ن	٫۰۰۹	٫۰۱۰	٫۰۱۱	٫۰۱۲	٫۰۱۳	٫۰۱۵	٫۰۱۷	٫۰۲۰	٫۰۲۵	٫۰۳۰	٫۰۳۵	٫۰۴۰	مَ/ع ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
٫۱	۷۸	۶۷	۵۹	۵۲	۴۷	۳۹	۳۳	۲۶	۲۰	۱۶	۱۳	۱۱	٫۱
٫۱۵	۹۱	۷۹	۶۹	۶۳	۵۶	۴۶	۳۹	۳۱	۲۳	۱۹	۱۶	۱۳	٫۱۵
٫۲	۱۰۰	۸۷	۷۷	۶۸	۶۲	۵۱	۴۴	۳۵	۲۶	۲۱	۱۸	۱۵	٫۲
٫۳	۱۱۴	۹۹	۸۸	۷۹	۷۱	۵۹	۵۰	۴۱	۳۱	۲۵	۲۱	۱۸	٫۳
٫۴	۱۲۴	۱۰۹	۹۷	۸۸	۷۹	۶۶	۵۷	۴۶	۳۵	۲۸	۲۳	۲۰	٫۴
٫۶	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۹	۹۸	۹۰	۷۶	۶۵	۵۳	۴۱	۳۳	۲۸	۲۳	٫۶
٫۸	۱۵۰	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۷	۹۸	۸۳	۷۱	۵۹	۴۶	۳۷	۳۱	۲۷	٫۸
۱	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۴	۱۰۴	۸۹	۷۷	۶۴	۴۹	۴۰	۳۴	۲۹	۱
۱٫۵	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۶	۱۱۶	۹۹	۸۷	۷۲	۵۷	۴۷	۴۰	۳۴	۱٫۵
۲	۱۸۴	۱۶۴	۱۴۸	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۷	۹۴	۷۹	۶۲	۵۱	۴۴	۳۸	۲
۳	۱۹۸	۱۷۸	۱۶۱	۱۴۸	۱۳۶	۱۱۸	۱۰۴	۸۸	۷۱	۵۹	۵۰	۴۴	۳
۴	۲۰۷	۱۸۷	۱۷۰	۱۵۶	۱۴۵	۱۲۶	۱۱۱	۹۵	۷۷	۶۴	۵۶	۴۹	۴
۶	۲۲۰	۱۹۹	۱۸۲	۱۶۸	۱۵۶	۱۳۷	۱۲۲	۱۰۵	۸۵	۷۲	۶۳	۵۶	۶
۸	۲۲۸	۲۰۶	۱۸۹	۱۷۵	۱۶۳	۱۴۴	۱۲۹	۱۱۱	۹۱	۷۸	۶۸	۶۱	۸
۱۰	۲۳۴	۲۱۲	۱۹۵	۱۸۱	۱۶۹	۱۴۹	۱۳۴	۱۱۶	۹۶	۸۲	۷۲	۶۴	۱۰
۱۲	۲۳۸	۲۱۷	۲۰۰	۱۸۵	۱۷۳	۱۵۳	۱۳۸	۱۲۰	۹۹	۸۶	۷۵	۶۸	۱۲
۱۶	۲۴۵	۲۲۳	۲۰۶	۱۹۱	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۴	۱۲۶	۱۰۶	۹۱	۸۱	۷۳	۱۶
۲۰	۲۵۰	۲۲۸	۲۱۱	۱۹۶	۱۸۴	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۱	۱۱۰	۹۶	۸۵	۷۷	۲۰
۳۰	۲۵۸	۲۳۶	۲۱۹	۲۰۴	۱۹۲	۱۷۲	۱۵۷	۱۳۹	۱۱۸	۱۰۳	۹۲	۸۴	۳۰
۵۰	۲۶۶	۲۴۵	۲۲۸	۲۱۳	۲۰۱	۱۸۱	۱۶۵	۱۴۸	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۱	۹۳	۵۰

ڈھال دُ = ۰٫۰۰۰۵ ڈھال کی اکائی میں = ۲۰۰۰ میں ۱ = ۲٫۶۴ فٹ فی میل

ڈھال ط = ۰۰۰۱ طول کی اکائی میں = ۰۰۰۱ میل = ۵٫۲۸ فٹ فی میل

م ا ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی ۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰[illegible]	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	م ا ع ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۹۰	۷۸	۶۸	۶۰	۵۴	۴۴	۳۷	۳۰	۲۲	۱۷	۱۴	۱۲	۰٫۱
۰٫۲	۱۱۲	۹۸	۸۹	۷۶	۶۹	۵۷	۴۸	۳۹	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰٫۲
۰٫۳	۱۲۵	۱۰۹	۹۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۶	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۹	۰٫۳
۰٫۴	۱۳۶	۱۱۹	۱۰۶	۹۵	۸۶	۷۲	۶۲	۵۰	۳۸	۳۱	۲۵	۲۲	۰٫۴
۰٫۶	۱۴۹	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۵	۹۶	۸۱	۷۰	۵۷	۴۴	۳۵	۳۰	۲۵	۰٫۶
۰٫۸	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۴	۱۰۳	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۳	۲۸	۰٫۸
۱	۱۶۶	۱۴۷	۱۳۲	۱۲۰	۱۰۹	۹۳	۸۱	۶۷	۵۲	۴۲	۳۵	۳۱	۱
۱٫۵	۱۷۸	۱۵۹	۱۴۴	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۳	۸۹	۷۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۵	۱٫۵
۲	۱۸۷	۱۶۸	۱۵۱	۱۳۸	۱۲۷	۱۰۹	۹۶	۸۱	۶۴	۵۳	۴۵	۳۹	۲
۳	۱۹۸	۱۷۸	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۷	۱۱۹	۱۰۴	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۶	۱۸۶	۱۶۹	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۴	۷۶	۶۴	۵۵	۴۹	۴
۶	۲۱۵	۱۹۵	۱۷۸	۱۶۴	۱۵۲	۱۳۴	۱۱۹	۱۰۲	۸۴	۷۱	۶۱	۵۴	۶
۸	۲۲۱	۲۰۱	۱۸۴	۱۷۰	۱۵۸	۱۳۹	۱۲۴	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۸
۱۰	۲۲۶	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۲	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۱	۹۲	۷۸	۶۹	۶۲	۱۰
۱۵	۲۳۳	۲۱۲	۱۹۵	۱۸۱	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۸	۹۸	۸۵	۷۵	۶۸	۱۵
۲۰	۲۳۷	۲۱۶	۲۰۰	۱۸۵	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۲	۸۹	۷۹	۷۱	۲۰
۳۰	۲۴۳	۲۲۲	۲۰۶	۱۹۱	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۵	۱۲۸	۱۰۸	۹۵	۸۴	۷۷	۳۰
۵۰	۲۴۹	۲۲۷	۲۱۱	۱۹۷	۱۸۵	۱۶۶	۱۵۱	۱۳۴	۱۱۴	۱۰۰	۹۱	۸۳	۵۰

ڈھال ط = ۰ء۰۰۰۲ = طول کی فی اکائی میں = ۱ میں ۵۰۰۰ = ۱ء۰۵۶ فٹ فی میل

م ا ع / ن	قدریں ن کھردرے پن کی ۰ء۰۰۹	۰ء۰۱۰	۰ء۰۱۱	۰ء۰۱۲	۰ء۰۱۳	۰ء۰۱۵	۰ء۰۱۷	۰ء۰۲۰	۰ء۰۲۵	۰ء۰۳۰	۰ء۰۳۵	۰ء۰۴۰	م ا ع / ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰ء۱	۹۹	۸۵	۷۴	۶۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۲	۲۴	۱۸	۱۵	۱۲	۰ء۱
۰ء۲	۱۲۱	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۴	۶۱	۵۲	۴۲	۳۱	۲۵	۲۱	۱۷	۰ء۲
۰ء۳	۱۳۳	۱۱۶	۱۰۳	۹۲	۸۳	۶۹	۵۹	۴۸	۳۶	۲۹	۲۴	۲۰	۰ء۳
۰ء۴	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۲	۱۰۰	۹۱	۷۶	۶۵	۵۳	۴۰	۳۲	۲۷	۲۳	۰ء۴
۰ء۶	۱۵۵	۱۳۸	۱۲۲	۱۱۱	۱۰۰	۸۵	۷۳	۶۰	۴۶	۳۷	۳۱	۲۶	۰ء۶
۰ء۸	۱۶۳	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۷	۹۱	۷۹	۶۵	۵۰	۴۱	۳۴	۲۹	۰ء۸
۱	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۶	۱۲۳	۱۱۳	۹۶	۸۳	۶۹	۵۴	۴۴	۳۷	۳۲	۱
۱ء۵	۱۸۱	۱۶۲	۱۴۶	۱۳۳	۱۲۲	۱۰۵	۹۱	۷۷	۶۰	۴۹	۴۲	۳۶	۱ء۵
۲	۱۸۸	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۰	۱۲۹	۱۱۱	۹۷	۸۲	۶۴	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۲۰۰	۱۷۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۷	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۲	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۵	۱۸۵	۱۶۸	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۴	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۳	۱۹۳	۱۷۶	۱۶۲	۱۵۰	۱۳۲	۱۱۷	۱۰۰	۸۲	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۸	۲۱۸	۱۹۸	۱۸۱	۱۶۷	۱۵۵	۱۳۷	۱۲۲	۱۰۵	۸۷	۷۳	۶۴	۵۷	۸
۱۰	۲۲۲	۲۰۱	۱۸۵	۱۷۰	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۵	۱۰۸	۸۹	۷۶	۶۷	۶۰	۱۰
۱۵	۲۲۸	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۶	۱۶۴	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۳	۹۵	۸۲	۷۲	۶۵	۱۵
۲۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۴	۱۸۰	۱۶۸	۱۴۹	۱۳۴	۱۱۷	۹۸	۸۵	۷۶	۶۸	۲۰
۳۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۲	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۳	۸۹	۸۰	۷۳	۳۰
۵۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۳	۱۸۹	۱۷۷	۱۵۸	۱۴۳	۱۲۶	۱۰۸	۹۴	۸۵	۷۸	۵۰

ڈھال ڈ = ۰٫۰۰۰۴ = طولی کلائی ناہمواری = ۲۵۰۰ میں ۱ = ۲٫۱۱۲ فٹ فی میل

م'ا'ع / ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م'ا'ع / ن
	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	۰
۰٫۱	۱۰۴	۸۹	۷۸	۶۹	۶۲	۵۰	۴۳	۳۴	۳۵	۱۹	۱۶	۱۳	۰٫۱
۰٫۱۵	۱۱۶	۱۰۱	۹۰	۸۰	۷۱	۵۹	۵۰	۴۰	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰٫۱۵
۰٫۲	۱۲۶	۱۱۰	۹۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۴	۴۴	۳۲	۲۵	۲۱	۱۸	۰٫۲
۰٫۳	۱۳۸	۱۲۰	۱۰۷	۹۶	۸۷	۷۳	۶۲	۵۰	۳۷	۳۰	۲۴	۲۱	۰٫۳
۰٫۴	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۱۰۴	۹۴	۷۹	۶۸	۵۵	۴۲	۳۳	۲۷	۲۳	۰٫۴
۰٫۶	۱۵۷	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۳	۱۰۳	۸۷	۷۵	۶۲	۴۷	۳۸	۳۱	۲۷	۰٫۶
۰٫۸	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۰	۹۳	۸۱	۶۷	۵۱	۴۲	۳۵	۳۰	۰٫۸
۱	۱۷۲	۱۵۴	۱۳۸	۱۲۵	۱۱۵	۹۸	۸۵	۷۰	۵۵	۴۵	۳۷	۳۲	۱
۱٫۵	۱۸۳	۱۶۴	۱۴۸	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۶	۹۳	۷۸	۶۱	۵۰	۴۲	۳۷	۱٫۵
۲	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۱	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۵	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۳	۱۱۰	۹۴	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۱	۱۷۵	۱۶۱	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۱	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۱۰	۲۱۹	۱۹۹	۱۸۳	۱۶۸	۱۵۷	۱۳۸	۱۲۳	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۱۰
۲۰	۲۲۷	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۶	۱۶۴	۱۳۶	۱۳۱	۱۱۵	۹۶	۸۳	۷۳	۶۶	۲۰
۵۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۳	۱۰۴	۹۱	۸۲	۷۵	۵۰

قدریں ن کھردرے پن کی

ع ۱/۲ ن	۰۰۹ء	۰۱۰ء	۰۱۱ء	۰۱۲ء	۰۱۳ء	۰۱۵ء	۰۱۷ء	۰۲۰ء	۰۲۵ء	۰۳۰ء	۰۳۵ء	۰۴۰ء	ع ۱/۲ ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۱ء	۱۱۰	۹۴	۸۳	۷۳	۶۵	۵۴	۴۵	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۱ء
۱۵ء	۱۲۱	۱۰۵	۹۲	۸۲	۷۴	۶۱	۵۱	۴۱	۳۱	۲۴	۲۰	۱۶	۱۵ء
۲ء	۱۲۹	۱۱۳	۹۹	۸۹	۸۱	۶۶	۵۷	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۸	۲ء
۳ء	۱۴۱	۱۲۴	۱۰۹	۹۸	۸۹	۷۴	۶۳	۵۱	۳۹	۳۰	۲۵	۲۱	۳ء
۴ء	۱۵۰	۱۳۱	۱۱۷	۱۰۵	۹۶	۸۰	۶۹	۵۶	۴۳	۳۴	۲۸	۲۴	۴ء
۶ء	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۷	۱۱۵	۱۰۴	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۲	۲۷	۶ء
۸ء	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۴	۱۲۲	۱۱۱	۹۴	۸۲	۶۸	۵۲	۴۲	۳۵	۳۰	۸ء
۱	۱۷۵	۱۵۵	۱۳۹	۱۲۷	۱۱۶	۹۹	۸۶	۷۱	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱ء۵	۱۸۴	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۴	۱۰۸	۹۳	۷۸	۶۲	۵۰	۴۳	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۶	۵۴	۴۶	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۴	۱۱۰	۹۳	۷۵	۶۳	۵۴	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۰	۱۷۴	۱۶۰	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۸	۱۹۷	۱۸۱	۱۶۷	۱۵۵	۱۳۶	۱۲۲	۱۰۵	۸۷	۷۴	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۵	۱۶۳	۱۴۴	۱۲۹	۱۱۳	۹۴	۸۱	۷۲	۶۵	۲۰
۵۰	۲۳۲	۲۱۲	۱۹۶	۱۸۲	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۶	۱۲۰	۱۰۱	۸۹	۷۹	۷۲	۵۰

جہاں ط = ۰۰۱ء طول کی اکائی فی اکائی = ۱۰۰۰ میں ۱ = ۵ء۲۸ فٹ فی میل۔

ڈھال ڈ = ۰۱ء طول کی فی اکائی میں = ۱۰۰ میں ۱ = ۵۲ء۸ فٹ فی میل

م۱ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م۱ع ن
	۰۰۹ء	۰۱۰ء	۰۱۱ء	۰۱۲ء	۰۱۳ء	۰۱۵ء	۰۱۷ء	۰۲۰ء	۰۲۵ء	۰۳۰ء	۰۳۵ء	۰۴۰ء	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۱ء	۱۱۰	۹۵	۸۳	۷۴	۶۶	۵۴	۴۶	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۱ء
۱۵ء	۱۲۲	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۵	۶۲	۵۲	۴۲	۳۱	۲۴	۲۰	۱۷	۱۵ء
۲ء	۱۳۰	۱۱۴	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۷	۵۷	۴۶	۳۴	۲۷	۲۲	۱۹	۲ء
۳ء	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۱۰۰	۹۰	۷۶	۶۴	۵۲	۳۹	۳۱	۲۵	۲۲	۳ء
۴ء	۱۵۱	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۷	۹۸	۸۲	۷۰	۵۷	۴۴	۳۵	۲۹	۲۴	۴ء
۶ء	۱۶۲	۱۴۳	۱۲۹	۱۱۶	۱۰۶	۹۰	۷۷	۶۴	۴۹	۳۹	۳۳	۲۸	۶ء
۸ء	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۵	۱۲۳	۱۱۲	۹۵	۸۲	۶۸	۵۳	۴۳	۳۵	۳۱	۸ء
۱	۱۷۵	۱۵۶	۱۴۱	۱۲۸	۱۱۷	۹۹	۸۷	۷۲	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱ء۵	۱۸۵	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۵	۱۰۷	۹۴	۷۹	۶۲	۵۱	۴۳	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۲	۹۹	۸۳	۶۶	۵۵	۴۶	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۷	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۳	۱۰۹	۹۳	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۳	۱۶۰	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۶	۱۹۶	۱۸۰	۱۶۶	۱۵۴	۱۳۶	۱۲۱	۱۰۵	۸۶	۷۳	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۴	۱۸۷	۱۷۳	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۲	۹۳	۸۰	۷۱	۶۴	۲۰
۵۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۳	۱۸۱	۱۶۸	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۹	۱۰۰	۸۷	۷۸	۷۱	۵۰

ضمیمہ (۳)

ماڈ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س ماں ڈ میں استعمال ہونگی۔

جدول (۱) جو اُتار فی میل کے لیے ہے۔

اُتار فی میل	ماڈ	اُتار فی میل	ماڈ	اُتار فی میل	ماڈ	اُتار فی میل	ماڈ	اُتار فی میل	ماڈ
۰′ ۳″	۱٫۰۶۹	۲′ ۳″	۱٫۲۰۶	۴′ ۳″	۱٫۲۸۳	۶′ ۳″	۱٫۳۴۴	۸′ ۳″	۱٫۳۹۵
۰ ۶	۱٫۰۹۷	۲ ۶	۱٫۲۱۸	۴ ۶	۱٫۲۹۲	۶ ۶	۱٫۳۵۱	۸ ۶	۱٫۴۰۱
۰ ۹	۱٫۱۱۹	۲ ۹	۱٫۲۲۸	۴ ۹	۱٫۳۰۰	۶ ۹	۱٫۳۵۸	۸ ۹	۱٫۴۰۷
۱ ۰	۱٫۱۳۸	۳ ۰	۱٫۲۳۸	۵ ۰	۱٫۳۰۸	۷ ۰	۱٫۳۶۴	۹ ۰	۱٫۴۱۳
۱ ۳	۱٫۱۵۴	۳ ۳	۱٫۲۴۸	۵ ۳	۱٫۳۱۵	۷ ۳	۱٫۳۷۱	۹ ۳	۱٫۴۱۹
۱ ۶	۱٫۱۶۹	۳ ۶	۱٫۲۵۷	۵ ۶	۱٫۳۲۳	۷ ۶	۱٫۳۷۷	۹ ۶	۱٫۴۲۴
۱ ۹	۱٫۱۸۲	۳ ۹	۱٫۲۶۷	۵ ۹	۱٫۳۳۰	۷ ۹	۱٫۳۸۳	۹ ۹	۱٫۴۳۰
۲ ۰	۱٫۱۹۵	۴ ۰	۱٫۲۷۵	۶ ۰	۱٫۳۳۷	۸ ۰	۱٫۳۸۹	۱۰ ۰	۱٫۴۳۵

جدول (۲) جو اُتار فی ۵۰۰ فٹ کے لیے ہے۔

اُتار فی ۵۰۰ فٹ	ماڈ	اُتار فی ۵۰۰ فٹ	ماڈ	اُتار فی ۵۰۰ فٹ	ماڈ	اُتار فی ۵۰۰ فٹ	ماڈ	اُتار فی ۵۰۰ فٹ	ماڈ
۰′ ۳″	۱٫۰۷۱	۲′ ۳″	۱٫۲۱۲	۴′ ۳″	۱٫۲۹۲	۶′ ۳″	۱٫۳۵۴	۸′ ۳″	۱٫۴۰۶
۰ ۶	۱٫۱۰۰	۲ ۶	۱٫۲۲۴	۴ ۶	۱٫۳۰۰	۶ ۶	۱٫۳۶۱	۸ ۶	۱٫۴۱۲
۰ ۹	۱٫۱۲۲	۲ ۹	۱٫۲۳۵	۴ ۹	۱٫۳۰۸	۶ ۹	۱٫۳۶۷	۸ ۹	۱٫۴۱۸
۱ ۰	۱٫۱۴۱	۳ ۰	۱٫۲۴۵	۵ ۰	۱٫۳۱۶	۷ ۰	۱٫۳۷۴	۹ ۰	۱٫۴۲۴
۱ ۳	۱٫۱۵۸	۳ ۳	۱٫۲۵۵	۵ ۳	۱٫۳۲۴	۷ ۳	۱٫۳۸۱	۹ ۳	۱٫۴۳۰
۱ ۶	۱٫۱۷۳	۳ ۶	۱٫۲۶۵	۵ ۶	۱٫۳۳۲	۷ ۶	۱٫۳۸۷	۹ ۶	۱٫۴۳۶
۱ ۹	۱٫۱۸۷	۳ ۹	۱٫۲۷۴	۵ ۹	۱٫۳۳۹	۷ ۹	۱٫۳۹۴	۹ ۹	۱٫۴۴۲
۲ ۰	۱٫۲۰۰	۴ ۰	۱٫۲۸۳	۶ ۰	۱٫۳۴۶	۸ ۰	۱٫۴۰۰	۱۰ ۰	۱٫۴۴۷

اشاریہ

ماقوائیات

فہرست اصطلاحات

ماقوائیات

اُردو	انگریزی
	A
حقیقی ارتفاع	Actual head
مہنال	Adjutage
اُبھار	Afflux
دریا برآر زمین	Alluvial soil
کتوا	Anicut
تقرب	Approximation
آب گزر	Aqueduct
	B
پس آب۔ رُکا پانی	Back water
بار پیما	Barometer
مجرے	Basin
زنگوی مہنال	Bell mouth
نلوں کے خم	Bends (in pipes)
چوڑی چوٹی کی چادر	Broad crested weir
اُچھال	Buoyancy
	C
نہری پن تالا۔ نہر تالا	Canal lock
پن بہاؤ رقبہ	Catchment area
فراہمی مجرے	Catchment basin
مرکز گریز قوت	Centrifugal force
نالا۔ نالی	Channel
مستدیر منفذ	Circular orifice
نمایاں گراؤ	Clear overfall
سکڑاؤ کی شرح یا قدر	Co-efficient of contraction
اخراج کی قدر	Co-efficient of discharge
مخروطی متسع	Conical divergent
ورید منقبض	Contracted vein
سمٹاؤ	Contraction

اردو	انگریزی
استدقاق	Convergence
مارگ	Course
پلیا	Culvert
پن کٹ	Cut water

D

اردو	انگریزی
معطیات	Data
بنیادی خط	Datum line
ڈلٹا	Delta
نسب نما	Denominator
اخراج - نکاس	Discharge
منقسم نہر	Distributing channel
گودی	Dock
بہاؤ سمت / زیرین سمت دریا	Down stream
پن بہاؤ رقبہ	Drainage area

E

اردو	انگریزی
گردابی حرکت	Eddy motion
موثر ارتفاع	Effective head
(پانی کا) بہاؤ	Efflux (of water)
کہنی	Elbow (in pipes)
امتحانی ضابطہ	Empirical formula
توازن کواڑی	Equilibrium valve
کٹاؤ	Erosion
نکاس توم یا آبگیرہ	Escape sluice
تخمینی ارتفاع	Estimated head
تجربی یا امتحانی اُتار	Experimental fall

F

اردو	انگریزی
آبشار	Fall
تیراؤ	Flotation
ترنڈا	Float
سیالی ریشے	Fluid filaments
پُر رسدی لیول	Full supply level

G

اردو	انگریزی
پنسال	Gauge
قائد	Guide

H

اردو	انگریزی
ارتفاع	Head
ارتفاع (ماقوائی)	Head (hydraulic)
ہک پنسال	Hook gauge
اُفقی معین	Horizon ordinate
اُفقی معیار اثر	Horizontal momentum
ماقوائی ڈھال	Hydraulic gradient
ماقوائیات	Hydraulics
ماحرکیاتی کلیے	Hydrodynamic laws

انگریزی	اردو
Hydro-dynamometer	مائی قوت پیما
Hydrostatic laws	ماسکونی کلیے
Hydrostatics	ماسکونیات — علم سکون سیالات
I	
Integral calculus	تکملی احصا
Inundation	طغیانی - سیلاب
J	
Jet	دھار
K	
Kinetic energy	توانائی بالفعل
L	
Layer	طبق - پرت
Lift	اٹھان - اٹھاؤ
Lock	پن تالا
Lock sluice	پن تالا توم
Lock wall	پن تالا دیوار
M	
Mains	صدر نل
Maximum supply	اعظم رسد
Metropolitan ovoid culverts	بلدی بیضوی پلیاں
Module	مقیاسہ
Mouth pieces	مہنالیں
N	
Non-prismatic vessels	غیر منشوری ظروف
Normal resistance	طبعی مزاحمت
Notation	ترقیم
Notch	کٹھنہ
O	
Offtake	مخرج
Ogee fall	لہریا آبشار
Ordinate	معین
Orifice	منفذ
Outfall channel	دہانہ نالا
Outlet	برآمد
Ovoidal sections	بیضوی یا بیضی تراشیں
P	
Parabolic formula	مکافی ضابطہ
Paraboloid	مکافی نما
Pendant	آویزہ لٹکن
Perimeter	گھیر
Pier	پایہ
Plug	ڈاٹ
Pocket sextant	جیبی سدس

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Principle of continuity	اصولِ تسلسل	Sliding shutter	پھسلواں پھاٹک یا تختے
Prismatic vessels	منشوری ظروف	Sluice	توم۔ آبگیرہ
Propeller	داسر	Specific gravity	کثافتِ اضافی
R		Springing line	خطِ جست
Rain gauge	باراں پیما	Stability	قیام پذیری
Rapids	سیل خیز	Standing waves	کھڑی موجیں
Reach	گذر	Steady motion	برقرار حرکت
Reading	مقروہ	Stream	دھار۔ رَو۔ نالا۔ دریا
Rectangular notch	مستطیلی کھنہ	Stream line motion	بہاؤ کی سیدھی حرکت
Regime	نظم	Submerged orifice	غرقاب منفذ
Regime of rivers	دریاؤں کا نظم	Supply channel	رسدی نالے
Resultant pressure	حاصل دباؤ	Supply cistern	رسدی حوض
Retrogression of levels	سطحوں کی پس روی	Suppressed contraction	دبا سمٹاؤ
S		**T**	
Screw-current meter	پیچ رَو پیما	Theodolite	زاویہ گیر
Service reservoir	آب انبارہ	Torsion	مڑوڑ
Shoot	آب انداز	Total head	کل ارتفاع۔ مجموعی ارتفاع
Sill	سل	Transmission of fluid pressure	سیالی دباؤ کا انتقال
Sine	جیب	Trapezoid	منحرف نما
Siphon	سیفن۔ خمدار نلی	Triangular lamina	مثلثی پرت
Siphon surplus weir	سیفنی نکاس چادر		

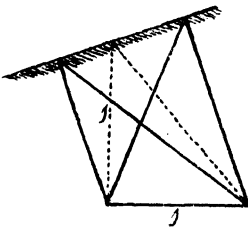
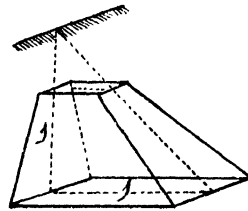
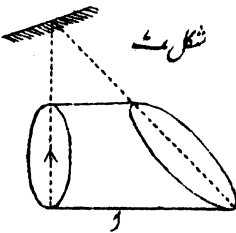
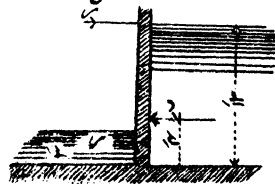
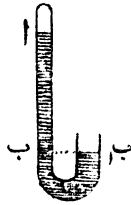
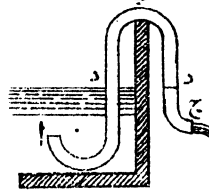
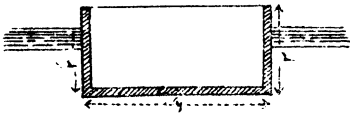
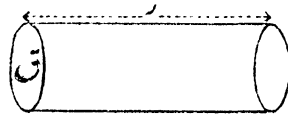
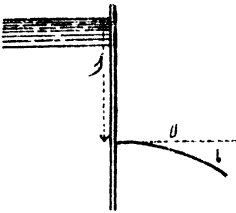
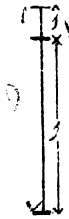
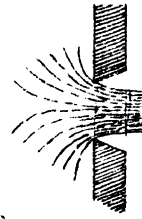
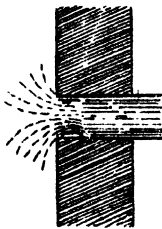
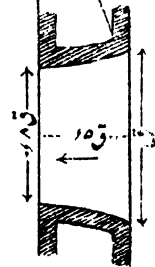
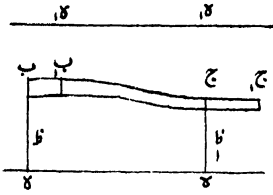
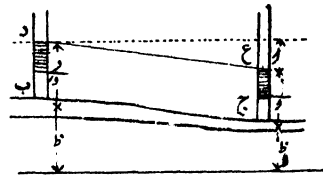
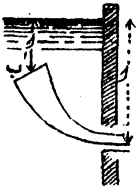
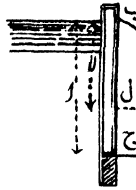
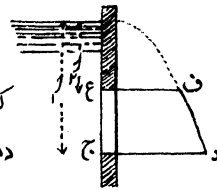
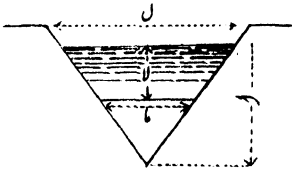
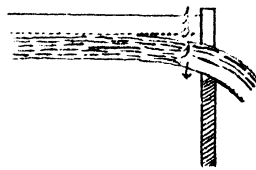
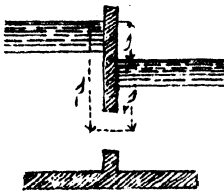
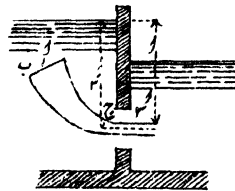
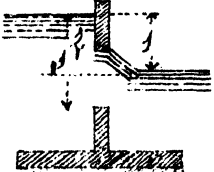
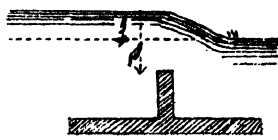
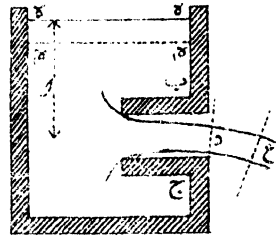
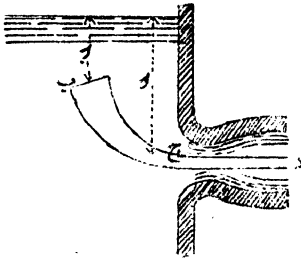
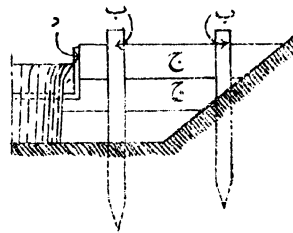
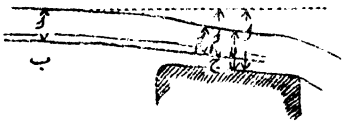
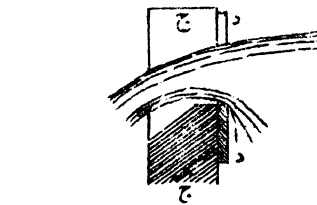
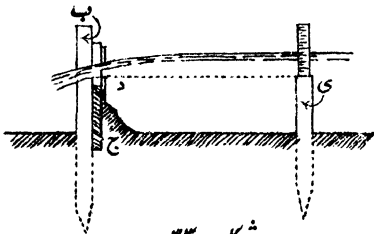
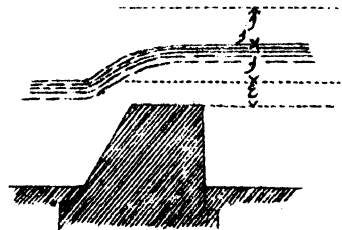
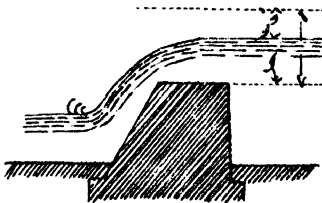
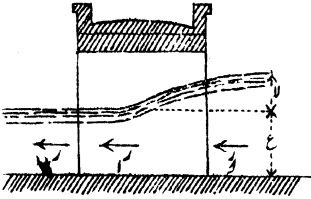
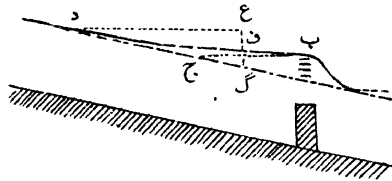
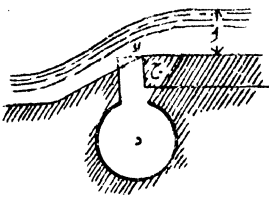
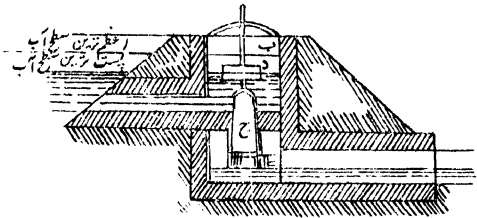
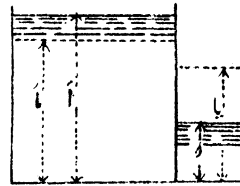
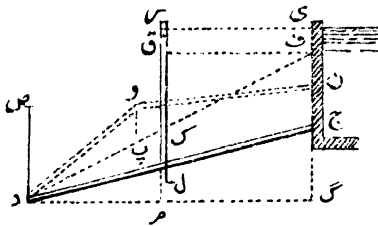
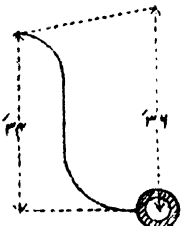
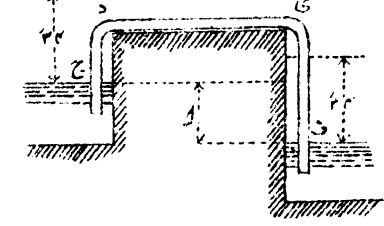
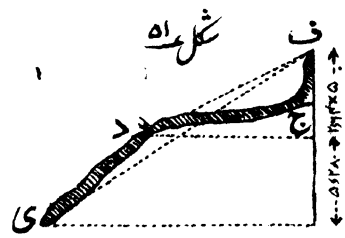
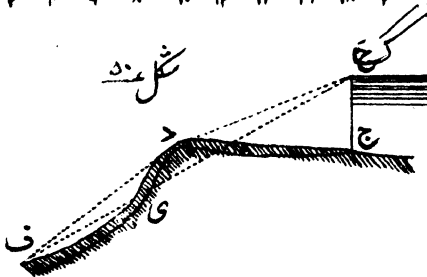
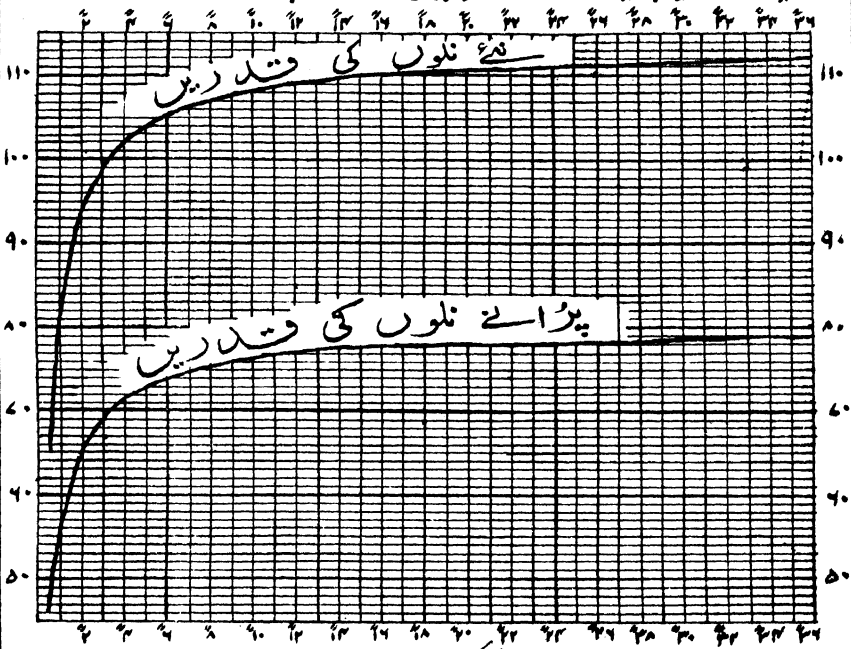
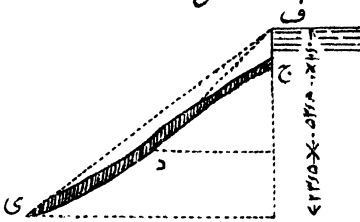
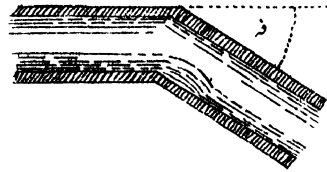
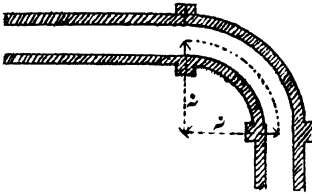
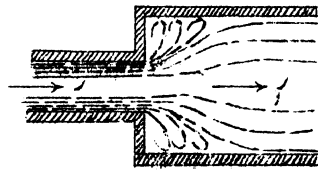
اُردو	انگریزی
	U
زیرین آبگیرہ یا پھاٹک	Under sluice
چڑھاؤ سمت / بالائی سمت دریا	Upstream
	V
پرّہ	Vane
رفتار تقارب۔ رفتار آمد	Velocity of approach
دھار کی رفتار	Velocity of jet
موگھے	Vents
توم موگھے	Vents sluices
مجازی ڈھال	Virtual slope
	W
نکاس تختہ	Waste board
نکاس چادر	Waste weir
پن گدی	Water cushion
آب راہ	Water way
رسوار	Weed (in water)
چادر	Weir
پہلو دیوار	Wing wall
پٹھواں لوہا	Wrought iron

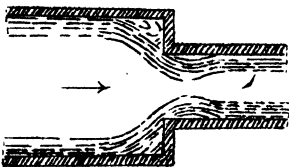
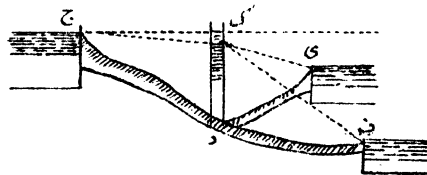
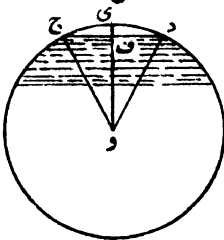
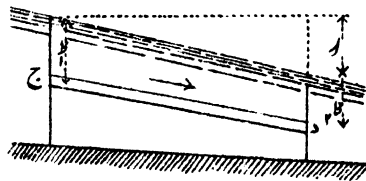
اغلاط نامہ

ماقوائیات

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳	۶	ے	ہے	۷۳	۹	حظی	خطی
۹	۱۶	ا	۱	〃	۲۱	مجرے	مجرے
۳۶	۱۳	اور نقطہ	نقطہ	〃	۲۳	۵۸	۵۰
۴۲	۱۷	رہس	راس	۷۸	۱۷	کزر	گزر
۴۷	۱۳	۷۵۱ ٹ ہوگا	۷۵۱ فٹ ہوگا۔	۸۰	۲۲	نست	نسبت
۴۸	۱۶	جُن	اُن	۸۳	۱۹	۲ ط	۲ ظ
۵۳	۲۴	۳۱۰ء	۳۰ء	۸۹	۱	۳ س ب س	۲ س س
۵۵	۱	قدر	قدریں	۹۲	۲۲	یک	ایک
〃	۲	کیے جائینگے	کی جائینگی	۹۴	۱۰	کے	کی
〃	۲۴	ع	ع	۹۵	۲۰	پاؤنڈ	پونڈ
۶۱	۱	دیے	دیے	۹۶	۱۶	تعیین	معین
۶۱	۲۱	بحساب	بحساب	۹۹	۱۵	خ ق	خ ق
۶۹	۲۳	حس	جس	۱۰۴	۱	حب	جب
۷۳	۱	ثانیہ	ثانیہ	۱۱۲	۱۲	دینے	دیتے

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۳۰	۱۲	کرتی ہونی	کرنی ہوتی	۱۶۴	۸	مقرددہ	مقروہ ر
۱۳۴	۸	بیتے	بنتے	۱۶۶	۱۳	ریوذ	رایونہ
۱۴۵	۲۱	کیئے	کیے	۱۷۲	۱۹	"	"
۱۴۹	۷	مبدا	مبدا	۱۷۹	۴	ھرنے	بھرنے
۱۶۳	۱۳	ے	سے	۱۸۳	۷	رندو	رندہ

پلیٹ (۱)
شکل ۱
شکل ۲
شکل ۳
شکل ۴
شکل ۵
شکل ۶
شکل ۷
شکل ۸

پلیٹ (۲)
شکل ۹
شکل ۱۰
شکل ۱۱
شکل ۱۲
شکل ۱۳
شکل ۱۴
شکل ۱۵
شکل ۱۶
شکل ۱۷

پلیٹ (۳)
شکل ۱۸
شکل ۱۹
شکل ۲۰
شکل ۲۱
شکل ۲۲
شکل ۲۳
شکل ۲۴
شکل ۲۵
شکل ۲۶
شکل ۲۷
شکل ۲۸

پلیٹ (۴)
شکل ۲۹
شکل ۳۰
شکل ۳۱
شکل ۳۲ (ا)
شکل ۳۲ (ب)
شکل ۳۲ (ج)
شکل ۳۳
شکل ۳۴

پلیٹ (۵)
شکل ۳۵
شکل ۳۶
شکل ۳۷
شکل ۳۸
شکل ۳۹
شکل ۴۰ (ا)
شکل ۴۱
شکل ۴۰ (ب)
بن تالا پُر
بن تالا خالی

پلیٹ (۶)
شکل ۴۲
شکل ۴۳
شکل ۴۴
شکل ۴۵
شکل ۴۶
شکل ۴۷
شکل ۴۸
شکل ۴۹

پلیٹ (د)
ڈارچی کا ضابطہ نلوں کے لیے
س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = س/۴ √ق × ڈ میں
دو منحنی خطوط کھینچے گئے ہیں، بالائی نئے آہنی نلوں کے لیے، اور زیریں اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک زیر استعمال رہے ہوں
اور جو کسی قدر زنگ آلود ہو گئے ہوں۔ س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں، اور نلوں کے قطر انچوں میں افقاً۔
ڈارچی کا ضابطہ یہ ہے س = √(ج۲ / عہ(۱ + ب/ق)) یہاں
ق نلی کا قطر فٹوں میں ہے،
عہ اور بہ وہ قدریں جو نلی کے کھردرے پن پر منحصر ہوتی ہیں
چکنے نل جو ڈھلواں یا ڈھلوان لوہے کے ہوں اُن کے لیے عہ = ۰۰۰۵، بہ = ۰۸۴
ایسے نلوں کے لیے جو خفیف سے زنگ آلود ہوں عہ = ۰۰۱۰، بہ = ۰۸۴
نئے نلوں کی قدریں
پرانے نلوں کی قدریں
۱۱۰
۱۰۰
۹۰
۸۰
۷۰
۶۰
۵۰
شکل ۵۰
شکل ۵۱
ف
ج
د
ی

پلیٹ (۸)
شکل ۵۲
شکل ۵۳
شکل ۵۴
شکل ۵۵
شکل ۵۶
شکل ۵۷
شکل ۵۸
شکل ۵۹

پلیٹ (۹)

نالوں کے لیے بیزن کا ضابطہ

س کی ترسیمی تعبیر جملہ $ر = س \sqrt{ن ڈ}$ میں

بیزن کا ضابطہ یہ ہے $س = \sqrt{\frac{۲ ج}{عہ \left(۱ + \frac{به}{ن}\right)}}$ یہاں ن ماقوائی اوسط عمق ہے فٹوں میں۔

عہ اور به دو قدریں ہیں جن کا انحصار نالے کے کھردرے پن پر ہے۔
چار خطوط منحنی کھینچے گئے ہیں ع۱، ع۲، ع۳، ع۴ یہ ان تعمیری اشیاء کے مطابق ہیں جن سے کہ ہمیشہ نالوں، پلیوں وغیرہ کی تعمیر کی جاتی ہے۔
س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں اور ماقوائی اوسط عمق کی قیمتیں افقاً۔

ع۱ بہت چکنائے ہوئے نالے سیمنٹ یا رندی ہوئی لکڑی کے

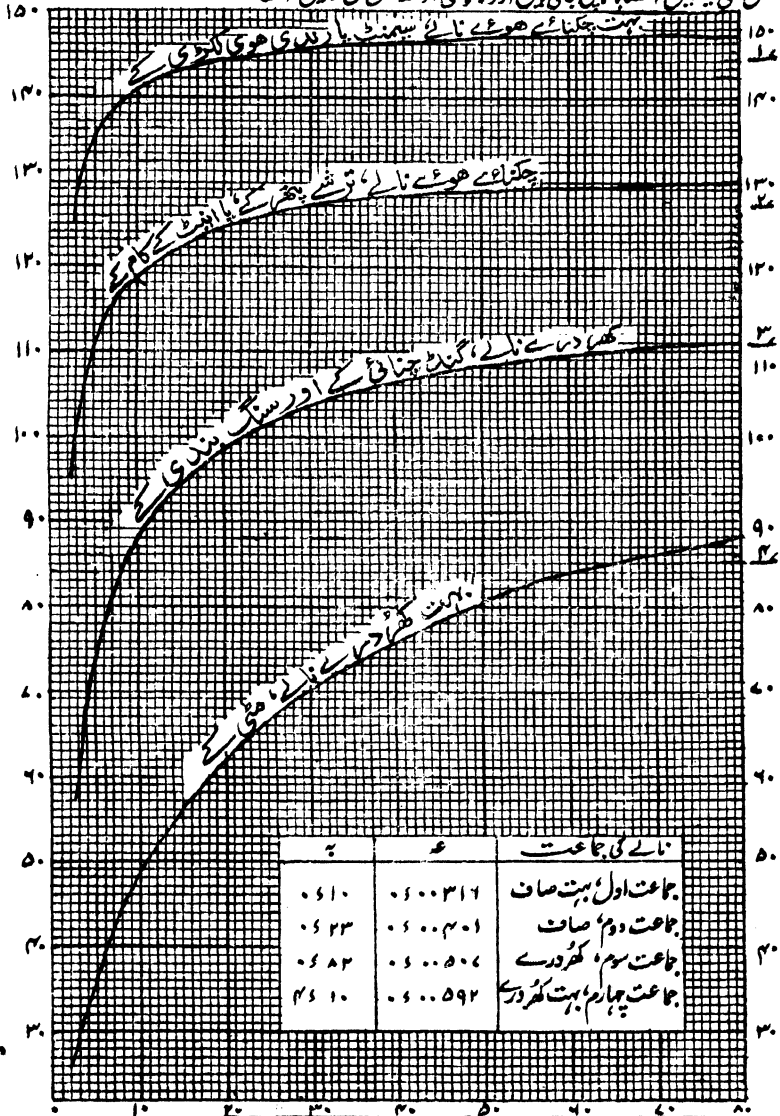
ع۲ چکنائے ہوئے نالے، ترشے پتھر کے یا اینٹ کے کام کے

ع۳ کھردرے نالے، گندہ چنائی کے اور سنگ بندی کے

ع۴ بہت کھردرے نالے مٹی کے

۱۵۰ ۱۴۰ ۱۳۰ ۱۲۰ ۱۱۰ ۱۰۰ ۹۰ ۸۰ ۷۰ ۶۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰

۰ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ ۵۰ ۶۰ ۷۰ ۸۰

نالے کی جماعت	عہ	به
جماعت اول، بہت صاف	۰،۰۰۳۱۶	۰،۱۰
جماعت دوم، صاف	۰،۰۰۴۰۱	۰،۲۳
جماعت سوم، کھردرے	۰،۰۰۵۰۷	۰،۸۲
جماعت چہارم، بہت کھردرے	۰،۰۰۵۹۲	۴،۱۰

پلیٹ (۱۰)
کٹر کا ضابطہ دریاؤں اور نالوں کے لیے
س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = س √ن ڈ میں
کٹر کا ضابطہ یہ ہے س = (۴۱٫۶ + ۱٫۸۱۱/ن + ۰٫۰۰۲۸۱/ڈ) / (۱ + (۴۱٫۶ + ۰٫۰۰۲۸۱/ڈ) ن/√ن) یہاں
نَ ایک ایسی قدر ہے جو ۰۱۰ء سے ۰۳۰ء تک متغیر ہوتی ہے، اور نالے کے کھردرے پن پر منحصر ہوتی ہے، ن ماقوائی اوسط عمق ہے، اور ڈ طولی ڈھال کی جیب ہے۔
جو خطوط منحنی کھینچے گئے ہیں (ا، ب، ج، د، ع، ف) ہر ایک اُن مختلف √ن تعبیر کے مطابق ہے جن سے نالے، پلیاں وغیرہ عموماً تعبیر ہوتے ہیں۔
س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں اور ماقوائی اوسط عمق کی قیمتیں اُفقاً۔
سیمنٹ اور مجلا مسالے کا کام ن = ۰۱۰ء
خشت کاری اور تراشے پتھر کا کام ن = ۰۱۳ء
بے گھڑے پتھر کی چنائی اور پرانی خشت کاری ن = ۰۱۷ء
مستحکم بجری ن = ۰۲۰ء
مٹی کا کام عمدہ حالت میں ن = ۰۲۵ء
مٹی کا کام خاصی حالت میں ن = ۰۳۰ء
ڈ = ۱ء۰ فٹ فی ۱۰۰۰
ا
ڈ = ۰۰۱ء فٹ فی ۱۰۰۰ اور اس سے زائد
ڈ = ۱ء۰ فی ۱۰۰۰
ب
ڈ = ۰۰۱ء فی ۱۰۰۰ اور زائد
ڈ = ۱ء۰ فی ۱۰۰۰
ج
ڈ = ۰۰۱ء فی ۱۰۰۰ اور زائد
ڈ = ۱ء۰ فی ۱۰۰۰
د
ڈ = ۰۰۱ء فی ۱۰۰۰ اور زائد
ڈ = ۱ء۰ فٹ فی ۱۰۰۰
ع
ڈ = ۰۰۱ء فٹ فی ۱۰۰۰ اور زائد
ڈ = ۱ء۰ فی ۱۰۰۰
ف
ڈ = ۰۰۱ء فی ۱۰۰۰ اور زائد
ا، ب، ج، د، ع، ف، کے نظاموں میں سے ہر ایک میں لکیر دار منحنی خط پر ۰۰۱ء فٹ فی ہزار یا زائد کے ڈھال کی قیمتیں معلوم ہوتی ہیں اور نقطہ دار خط پر ۱ء۰ فی ۱۰۰۰ یا زائد کے ڈھال کی قیمتیں معلوم ہوتی ہیں۔ ان کے ابینی ڈھالوں کی قیمتوں کو ادراج کے ذریعہ سے معلوم کیا جاتا ہے۔ ۰۰۲ء کے ڈھال کے لیے خط منحنی تقریباً ۱ء۰ اور ۰۰۱ء کے وسط میں آئیگا۔
۲۱۰
۲۰۰
۱۹۰
۱۸۰
۱۷۰
۱۶۰
۱۵۰
۱۴۰
۱۳۰
۱۲۰
۱۱۰
۱۰۰
۹۰
۸۰
۷۰
۶۰
۵۰
۴۰
۳۰
۰
۱۰
۲۰
۳۰
۴۰
۵۰
۶۰
۷۰
۸۰
۹۰
۱۰۰
۱۱۰
۱۲۰

پلیٹ (۱۱)
شکل ۶۰
ی
س
ف
و
یا
ل
ک
ح
د
ج
شکل ۶۱
ع
شکل ۶۲
ع
شکل ۶۳
س
ع
د
شکل ۶۴
شکل ۶۵
ع
شکل ۶۶
س
ی
د
شکل ۶۷
ف
ی
د
س

پلیٹ (۱۲)

امتحانی اُتار
نہر باری دوآب
پُور سپلائی لیول
قائم موج
زیریں نہ کا حقیقی لیول
۱۲۵۰ میں ۱ کا ڈھال
۱۰۰ فٹ میں ۶ فٹ کا معکوس ڈھال (۱۶٫۶ میں ۱)

پلیٹ (۱۳)
شکل ۶۸
شکل ۶۹
شکل ۷۰
شکل ۷۱
شکل ۷۲
شکل ۷۳
شکل ۷۴
طغیانی سطح